

# Projeto Elétrico Predial

Prof. Dorival Rosa Brito

AULA 13 – Dimensionamento de Condutores  
(Critério do Limite de Queda de Tensão)

Vitória-ES - 2020

# Tópicos

- ❑ Critério do limite de queda de tensão
- ❑ Exemplos de dimensionamento
- ❑ Critério do limite de tensão (trecho a trecho)
- ❑ Outros exemplos de dimensionamento
- ❑ Dimensionamento do condutor neutro
- ❑ Dimensionamento do condutor de proteção
- ❑ Dimensionamento do condutor de aterramento

# Critério do Limite de Queda de Tensão

# Critério do Limite de Queda de Tensão

- ❑ **O valor da tensão não é o mesmo**, considerando desde o ponto de tomada de energia (ponto de entrega) até o ponto mais afastado (circuito terminal ou de utilização)
- ❑ O que ocorre é uma queda de tensão provocada pela passagem da corrente em todos os elementos do circuito (interruptores, condutores, conexões, etc.)

# Critério do Limite de Queda de Tensão

- ❑ Essa 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 da tabela vista a seguir, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação

# Critério do Limite de Queda de Tensão

## □ Norma NBR 5410:

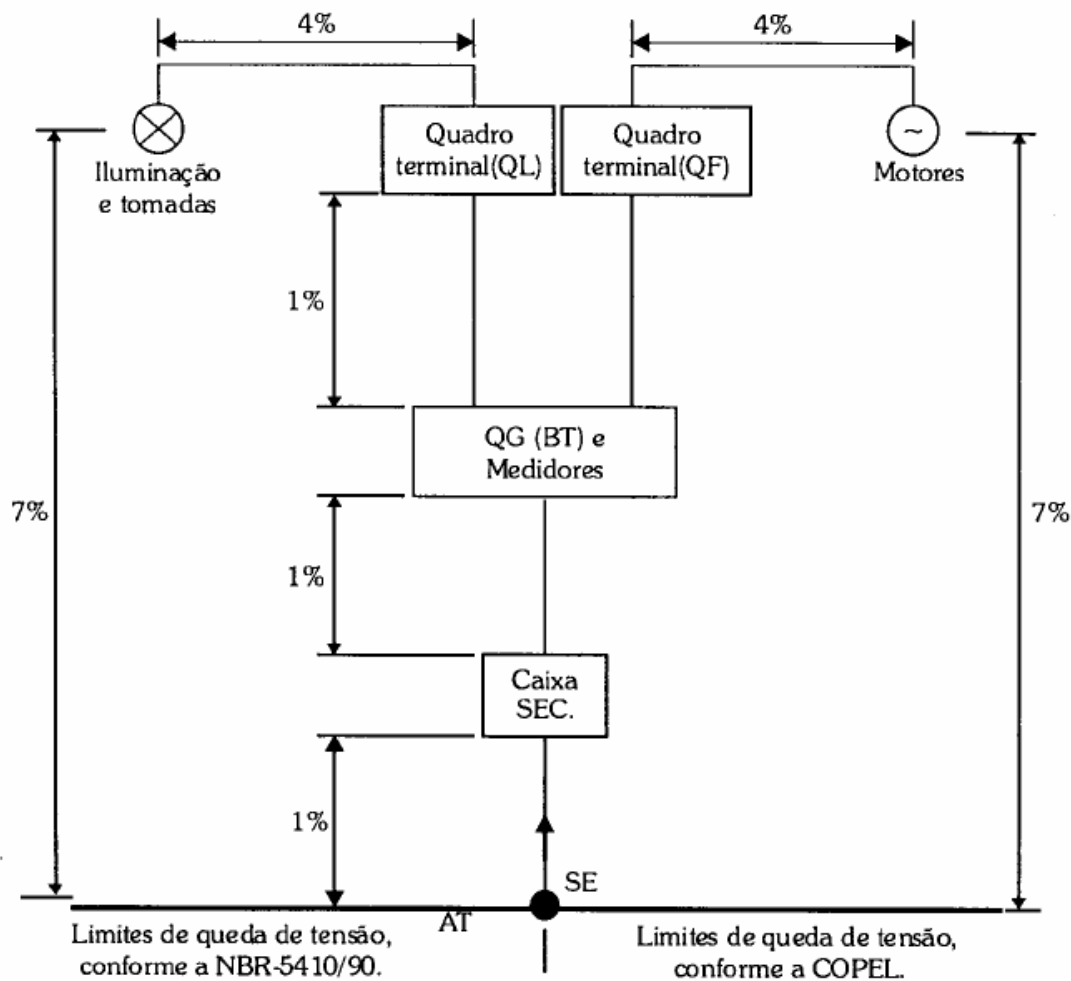
### 6.2.7 Quedas de tensão

6.2.7.1 Em qualquer ponto de utilização da instalação, a queda de tensão verificada não deve ser superior aos seguintes valores, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação:

- a) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT, no caso de transformador de propriedade da(s) unidade(s) consumidora(s);
- b) 7%, calculados a partir dos terminais secundários do transformador MT/BT da empresa distribuidora de eletricidade, quando o ponto de entrega for aí localizado;
- c) 5%, calculados a partir do ponto de entrega, nos demais casos de ponto de entrega com fornecimento em tensão secundária de distribuição;
- d) 7%, calculados a partir dos terminais de saída do gerador, no caso de grupo gerador próprio.

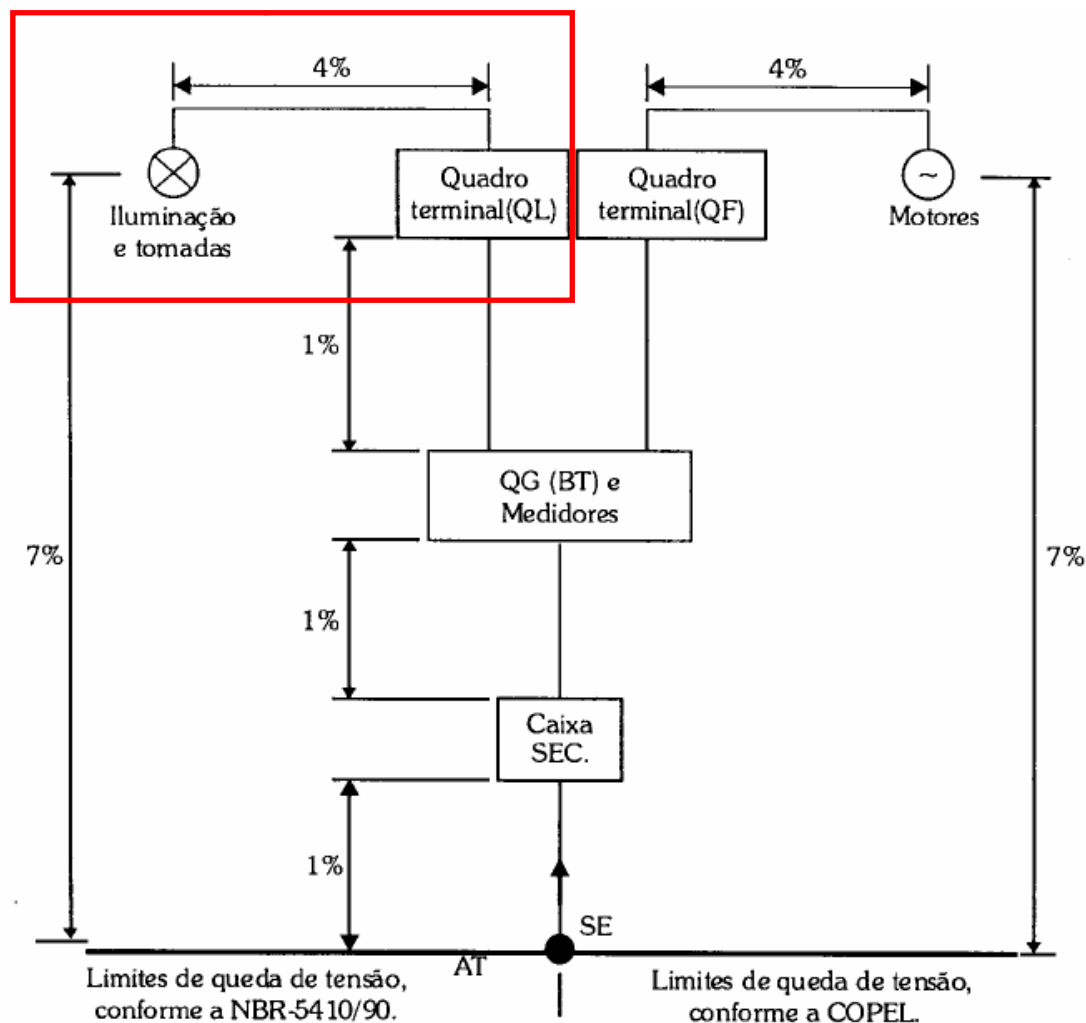
# Critério do Limite de Queda de Tensão

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



# Critério do Limite de Queda de Tensão

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





# Critério do Limite de Queda de Tensão

## □ Norma NBR 5410 (notas):

### NOTAS

1 Estes limites de queda de tensão são válidos quando a tensão nominal dos equipamentos de utilização previstos for coincidente com a tensão nominal da instalação.

2 Ver definição de “ponto de entrega” (3.4.3).

3 Nos casos das alíneas a), b) e d), quando as linhas principais da instalação tiverem um comprimento superior a 100 m, as quedas de tensão podem ser aumentadas de 0,005% por metro de linha superior a 100 m, sem que, no entanto, essa suplementação seja superior a 0,5%.

4 Para circuitos de motores, ver também 6.5.1.2.1, 6.5.1.3.2 e 6.5.1.3.3.

**6.2.7.2** Em nenhum caso a queda de tensão nos circuitos terminais pode ser superior a 4%.

**6.2.7.3** Quedas de tensão maiores que as indicadas em 6.2.7.1 são permitidas para equipamentos com corrente de partida elevada, durante o período de partida, desde que dentro dos limites permitidos em suas normas respectivas.

# Critério do Limite de Queda de Tensão

- 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

# Critério do Limite de Queda de Tensão

- A norma NBR 5410 estabelece as faixas nominais de tensão dos sistemas elétricos, conforme a tabela A.1:

Faixa	Sistemas diretamente aterrados				Sistemas não diretamente aterrados	
	Corrente alternada		Corrente contínua		Corrente alternada	Corrente contínua
	Entre fase e terra	Entre fases	Entre pólo e terra	Entre pólos	Entre fases	Entre pólos
I	$U \leq 50$	$U \leq 50$	$U \leq 120$	$U \leq 120$	$U \leq 50$	$U \leq 120$
II	$50 < U \leq 600$	$50 < U \leq 1000$	$120 < U \leq 900$	$120 < U \leq 1\,500$	$50 < U \leq 1000$	$120 < U \leq 1\,500$

## NOTAS

1 Nos sistemas não diretamente aterrados, se o neutro (ou compensador) for distribuído, os equipamentos alimentados entre fase e neutro (ou entre pólo e compensador) devem ser escolhidos de forma que sua isolação corresponda à tensão entre fases (ou entre pólos).

2 Esta classificação das faixas de tensão não exclui a possibilidade de serem introduzidos limites intermediários para certas prescrições de instalação.

# Critério do Limite de Queda de Tensão

- ❑ Roteiro para dimensionamento dos condutores pela critério do limite de queda de tensão
- ❑ Determinar:
  - ❑ Tipo de isolação 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

# Critério do Limite de Queda de Tensão

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																				
					Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																				
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		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
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	

# Critério do Limite de Queda de Tensão

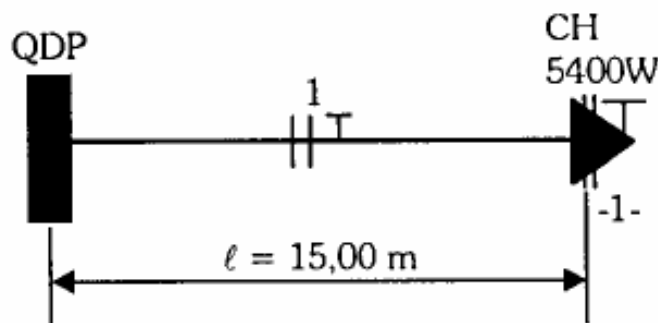
Instalação ao ar livre (3)																							
Cabos Eprotenax e Eprene																				DUPLAST AF		TRIPLAST AF Circ. Trifásico	
Cabos Unipolares (4)												C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar									
Circuito Monofásico						Circuito Trifásico						Circuito Trifásico (2)		Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico							
S=10 cm		S=20 cm		S=2D		S=10 cm		S=20 cm		S=2D		(2)		(2)									
FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=	FP=		
0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	0.95	0.80	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 de Dimensionamento de Condutores Elétricos



# 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:

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

- 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 <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Instalação ao ar livre (3)																					
	Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																					
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Unipolares (4)														C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar					
	Circ. Monofásico e 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	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			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		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	0,42	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 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Instalação ao ar livre (3)																									
	Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																									
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Unipolares (4)												C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar											
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Trifásico						Circuito Trifásico (2)		Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico													
			Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		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				
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	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	23,3	27,6	20,2	23,9	
4		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	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	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	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	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	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	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	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	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0,51	0,48																		0,50	0,42	0,43			0,50	0,42	0,43
120	0,42	0,42	0,40																		0,41	0,35	0,35			0,41	0,35	0,35
150	0,37	0,35	0,35																		0,34	0,30	0,30			0,34	0,30	0,30
185	0,32	0,30	0,30																		0,29	0,26	0,25			0,29	0,26	0,25
240	0,29	0,25	0,26																		0,24	0,22	0,20			0,24	0,22	0,20
300	0,27	0,22	0,23																		0,20	0,20	0,18			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					

Pelo critério da capacidade de corrente os condutores fase, fase e proteção deveriam ter seção nominal igual a 4 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

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

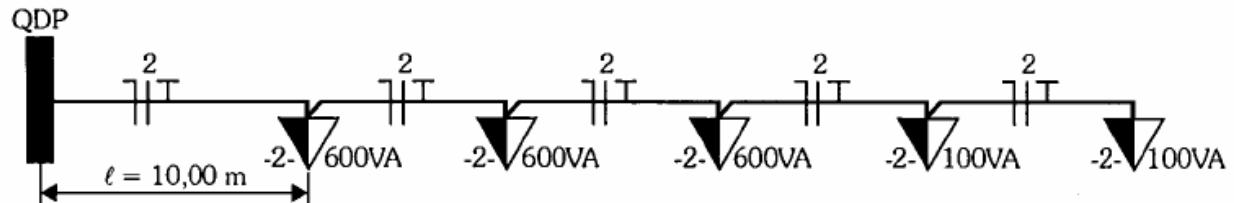
Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																							
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Pirastic Super Pirastic - Flex Super		Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene												C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar									
	Circ. Monofásico e Trifásico		Circuito Monofásico		Circuito Monofásico			Circuito Trifásico			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	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	20,2	23,9	
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	12,4	14,7	
4		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	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	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	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	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	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	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	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	0,62	0,67	0,54	0,58
95	0,50	0																					0,42	0,43			0,42	0,43
120	0,42	0																					0,35	0,35			0,35	0,35
150	0,37	0																					0,30	0,30			0,30	0,30
185	0,32	0																					0,26	0,25			0,26	0,25
240	0,29	0																					0,22	0,20			0,22	0,20
300	0,27	0																					0,20	0,18			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 mm<sup>2</sup> (maior seção seção nominal entre os dois critérios)

# Exemplos de Dimensionamento

- ❑ **Exemplo 2:** dimensionar os condutores para um circuito de tomadas da cozinha, tendo como dados:  $S=2000 \text{ VA}$ ,  $V=127 \text{ V}$ , isolamento de PVC, eletroduto embutido em alvenaria; temperatura ambiente:  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; comprimento do circuito:  $10 \text{ m}$
- ❑ **Solução:** pelo critério da capacidade de condução de corrente:
  - a) Tipo de isolamento: PVC
  - b) Método de instalação: 6 – B1

**Esquema:**



# Exemplos de Dimensionamento

- Verificando a potência:

$$S = 600 + 600 + 600 + 100 + 100 = 2000 \text{ VA}$$

- Obtendo a corrente:

$$I_p = \frac{2000}{127} = 15,7 \text{ A}$$

- Número de condutores carregados: 2 (fase e neutro)



# Exemplos de Dimensionamento

- **Solução:** pelo critério do limite de queda de tensão:
  - a) Material do eletroduto: PVC
  - b) Tipo do circuito: monofásico (fase-neutro)
  - c) Fator de potência,  $FP = 1$ . Considera-se conforme a Tabela 10.22 – circuito monofásico,  $FP = 0,95$  - coluna 5)
  - d) Comprimento do trecho: 10m
  - e) Queda de tensão unitária:

$$\Delta V_{unit} = \frac{e(\%).V}{I_p \cdot L} = \frac{0,04 \times 127}{15,7 \times 0,010} = 32,36 \text{ V/A} \times \text{Km}$$

- f) Escolha do condutor: consultando a tabela 10.22, coluna 5, obtém-se o valor 27,6 V/AxKm (valor imediatamente inferior ao calculado)

# Exemplos de Dimensionamento

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	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 Monofásico			Circuito Trifásico			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	FP=0,80	FP=0,95		
1,5	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	20,2	23,9	
2,5	16,8	14,3	16,9	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	12,4	14,7	
4	9,8	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	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	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	
120	0,42	0,42	0,40																			0,41	0,35	0,35	0,35	
150	0,37	0,35	0,35																			0,34	0,30	0,30	0,30	
185	0,32	0,30	0,30																			0,29	0,26	0,25	0,25	
240	0,29	0,25	0,26																			0,24	0,22	0,20	0,20	
300	0,27	0,22	0,23																			0,20	0,20	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	

Logo os condutores fase, fase e proteção terão seção nominal igual a 1,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento




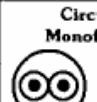

Tabela 10.22 - Queda de tensão em V/A.km.

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	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 Monofásico			Circuito Trifásico						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	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80
1,5	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	20,2	23,9	23,3	27,6	20,2	23,9
2,5	16,8	14,3	16,9	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	12,4	14,7	14,3	16,9	12,4	14,7
4	9,8	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	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	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	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	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	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	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	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	0,62	0,67	0,54	0,58	
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					

Contudo a norma NBR 5410 define como seção mínima para circuitos de corrente um valor igual a 2,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	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 Monofásico			Circuito Trifásico						Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		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	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	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	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	9,8	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	0,42	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 mm<sup>2</sup> (mesmo valor obtido considerando o critério de capacidade de corrente)

# Critério do Limite de Queda de Tensão (Trecho a Trecho)

# Critério de Queda de Tensão (Trechos)

- ❑ **Importante:** o processo de cálculo indicado anteriormente é usado para circuitos de distribuição e para circuitos terminais que servem a um única carga, sendo  $L$ , o comprimento do circuito, desde a origem até a carga (ou o quadro de distribuição)
- ❑ Em circuitos com várias cargas distribuídas, é preciso calcular a queda de tensão trecho a trecho, ou aplicar o método simplificado watts metro

# 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 (  $I_p$  ) e potência (S)
  - ❑  $\Delta v_{unit.}$  (Tabela 10.22)
  - ❑ Queda de tensão trecho por trecho
  - ❑ Escolha do condutor

# Critério do Limite de Queda de Tensão

- Queda de tensão unitária:

$$\Delta e_{trecho} (\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times L \times 100}{V}$$

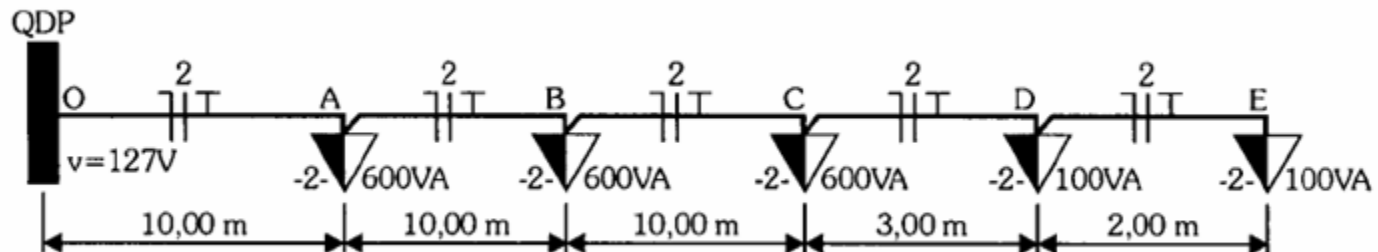
- Calcula-se o valor da queda de tensão nos trechos do circuito, caso o valor de queda de tensão supere o valor admitido em norma, é necessário refazer o cálculo para um seção nominal maior



# Exemplos de Dimensionamento de Condutores Elétricos (Trecho a trecho)

# Exemplos de Dimensionamento (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



# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

## □ Solução:

a) Tipo de isolamento: PVC

b) Método de instalação: 7 (eletroduto embutido em alvenaria)

c) Material do eletroduto: PVC

d) Tipo de circuito: F-N, 2 condutores

e) Temperatura ambiente: 30 °C

f) Cálculo da potência:

$$S = 600 + 600 + 600 + 100 + 100 = 2000 VA$$

g) Cálculo da corrente de projeto:

$$I_p = \frac{2000}{127} = 15,7 A$$

# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

h)  $\Delta v_{unit.}$  (Tabela 10.22)=16,9 (seção mínima 2,5 mm<sup>2</sup> )

i) Queda de tensão unitária:

$$\Delta e_{trecho} (\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times L \times 100}{V}$$

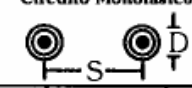




$$\Delta e_{trecho} (\%) = \frac{16,9 \times 15,7 \times 0,010 \times 100}{127}$$

$$\Delta e_{trecho} (\%) = 2,01\%$$

Primeiro trecho

# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	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 Monofásico			Circuito Trifásico						Circuito Trifásico		Circuito Monofásico		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	274	274	233	276	202	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
4	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	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 (Trechos)

- 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 mm<sup>2</sup> – Coluna 5

Trecho	P (W)	I <sub>p</sub> (A)	d (km)	Seção do Condutor (mm <sup>2</sup> )	Δe (V/A.km)	Δe <sub>(trecho)</sub> (%)	Δe <sub>(acum.)</sub> (%)
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



- O valor calculado para a queda de tensão a partir do trecho B do circuito é maior do 4%. Assim, é necessário refazer o cálculo para um seção nominal maior do que 2,5 mm<sup>2</sup>

# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	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	Cabos Unipolares (4)						Circuito Trifásico (2)	Circuito Monofásico (2)		Circuito Trifásico										
					Circuito Monofásico		Circuito Trifásico		Circuito Trifásico			Circuito Monofásico		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	
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	13,3	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			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	4,3	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 (Trechos)

- 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 mm<sup>2</sup> – Coluna 5

Trecho	P (W)	I <sub>p</sub> (A)	d (km)	Seção do Condutor (mm <sup>2</sup> )	$\Delta e$ (V/A.km)	$\Delta e_{(trecho)}$ (%)	$\Delta e_{(acum.)}$ (%)
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%

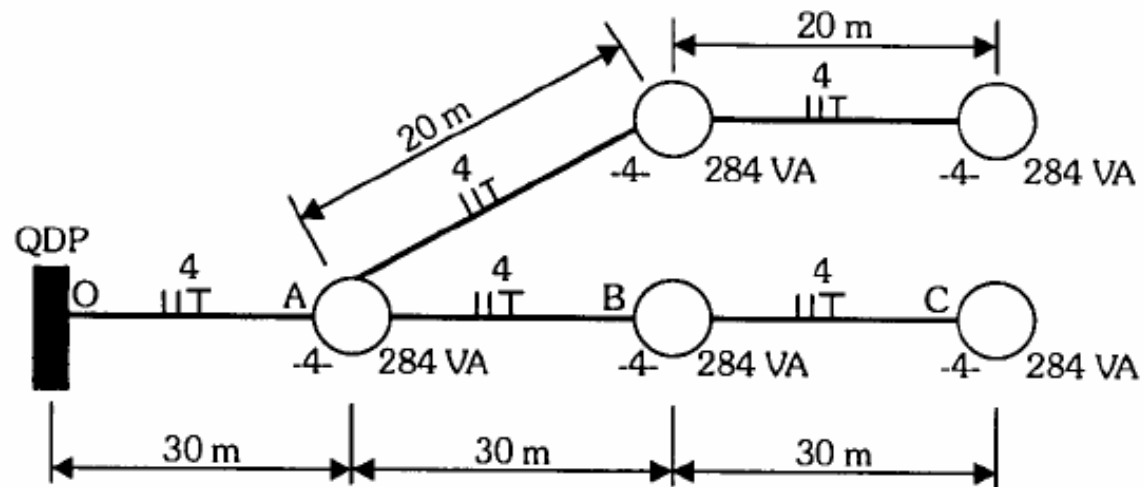


- Os valores calculado para queda de tensão para todos os trechos do circuito são menores do 4%. **Assim, a seção nominal do condutor adotada é 4,0 mm<sup>2</sup>**



# Exemplos de Dimensionamento (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 VA = 250 W x 0,88 )



# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

## □ Solução:

a) Tipo de isolação: PVC

b) Método de instalação: D-61A (eletroduto embutido no solo)

c) Material do eletroduto: PVC

d) Tipo de circuito: F-F (e proteção), 2 condutores

e) Temperatura ambiente: 25 °C

f) Cálculo da potência:

$$S = 5 \times 284 = 1420 \text{ VA}$$

g) Cálculo da corrente de projeto:

$$I_p = \frac{1420}{220} = 6,45 \text{ A}$$

# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

h)  $\Delta v_{unit.}$  (Tabela 10.22)=27,6 (seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup> )

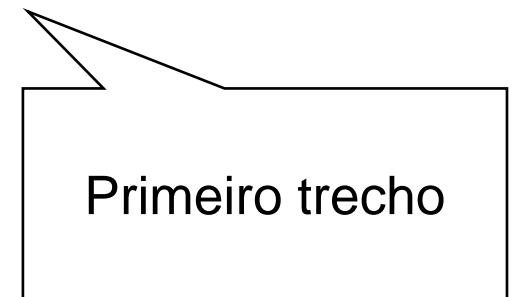
i) Queda de tensão unitária:

$$\Delta e_{trecho} (\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times L \times 100}{V}$$

$$\Delta e_{trecho} (\%) = \frac{27,6 \times 6,45 \times 0,030 \times 100}{220}$$

$$\Delta e_{trecho} (\%) = 2,42\%$$

Considera-se  
sempre o trecho  
mais longo (30m)



# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	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 Voltalene															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					
				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	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	23.3	27.6	20.2	23.9	23.3	27.6	20.2	23.9	
2.5	16.8	19.3	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	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	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	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	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	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	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	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	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	0.62	0.59	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	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	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	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	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	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	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	26	27	28	29	30

# Exemplos de Dimensionamento (Trechos)

- 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 mm<sup>2</sup> – Coluna 5

Trecho	S (VA)	I <sub>p</sub> (A)	d (km)	Seção do Condutor (mm <sup>2</sup> )	$\Delta e$ (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%

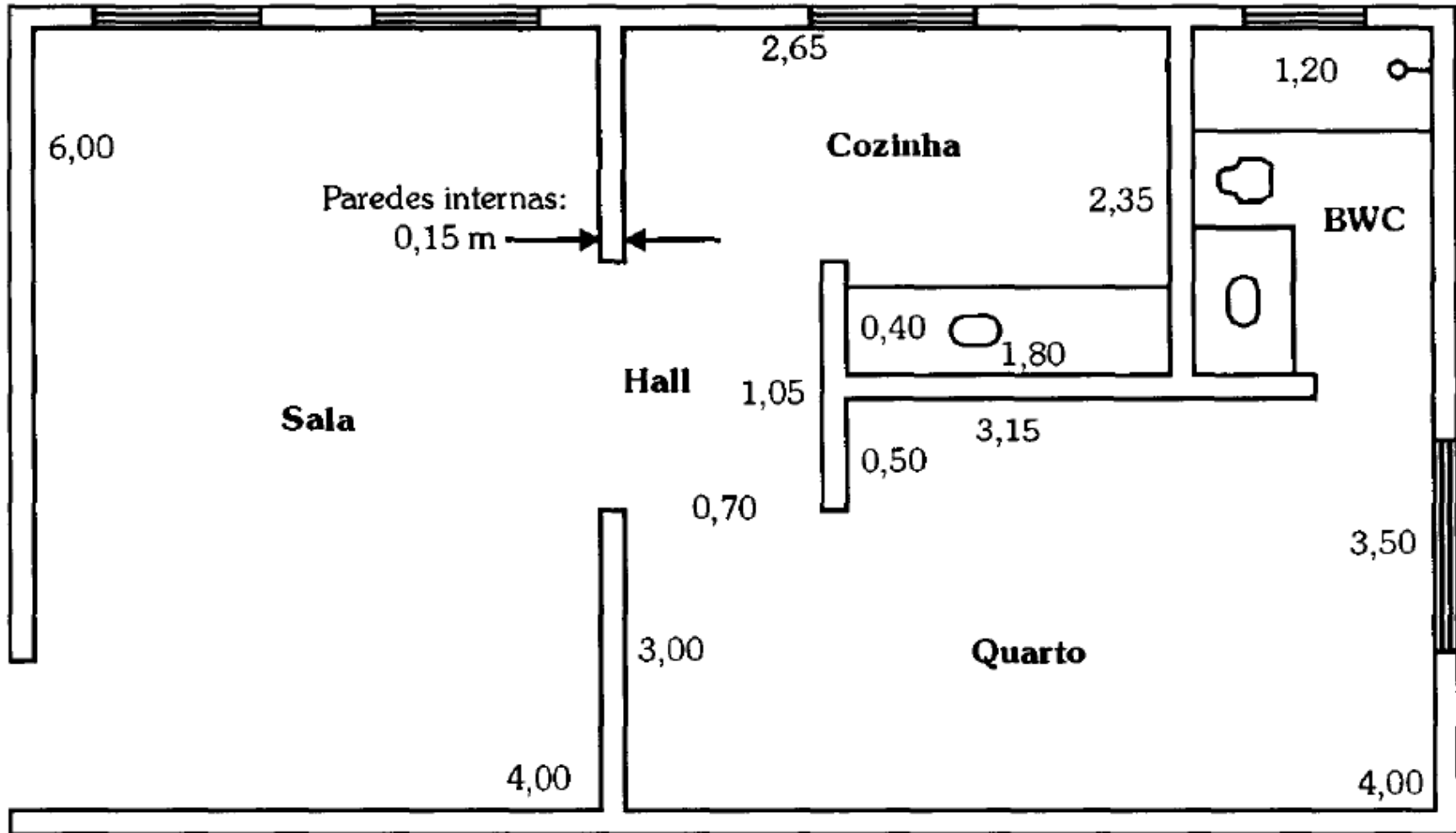


- O valor calculado para a queda de tensão para todos os trechos do circuito é sempre menor do 4%. Assim, a seção nominal do condutor é igual a 1,5 mm<sup>2</sup>

# Primeiro Exemplo

# Primeiro Exemplo

## □ Planta baixa da residência



# Primeiro Exemplo

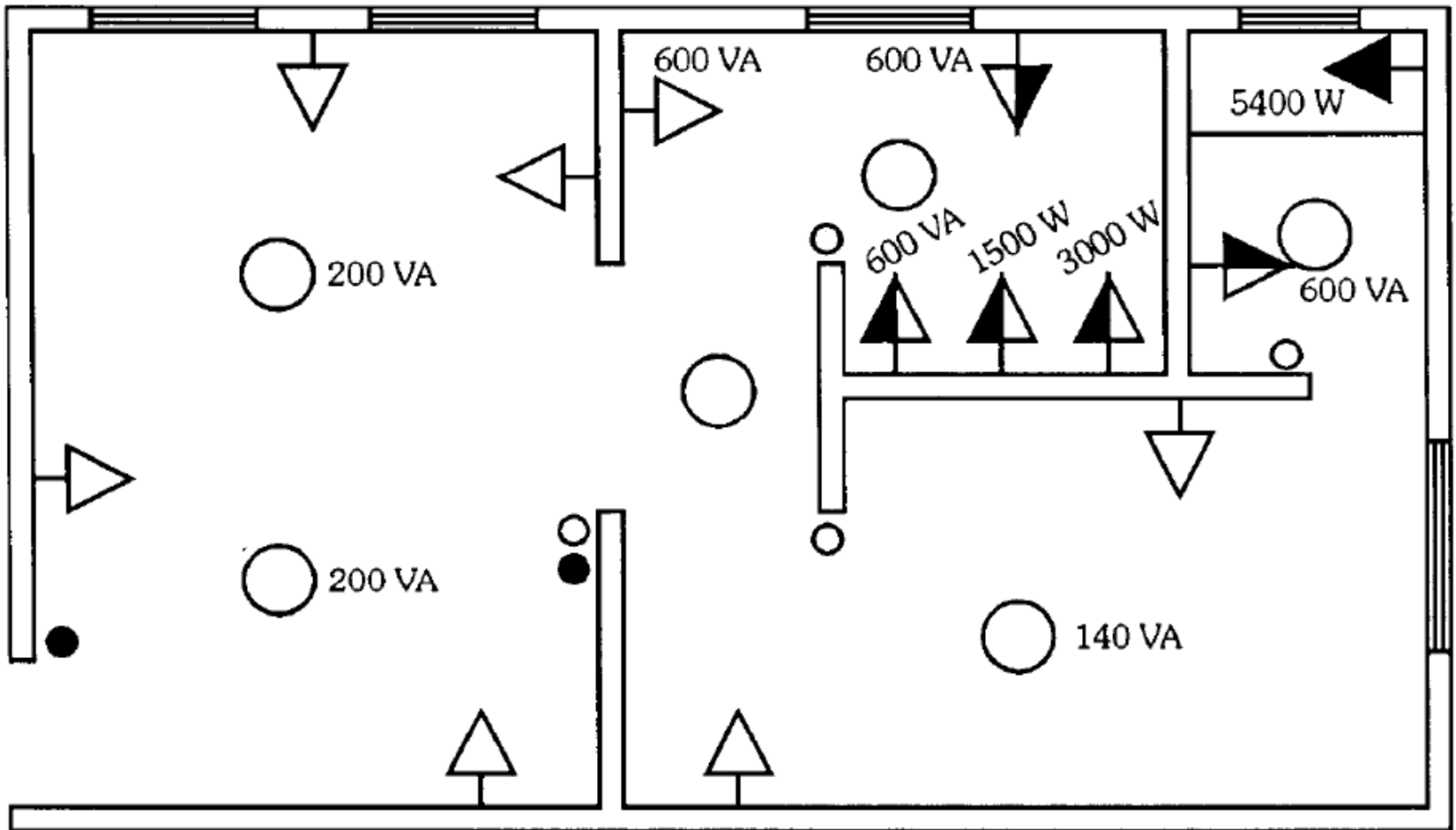
## □ Quadro de distribuição de cargas

Dependência	DIMENSÕES		ILUMINAÇÃO			T.U.G.			T.U.E.	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perim. (m)	Nº de Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Nº de Pontos	Pot. Unit. (VA)	Pot. Total (VA)	Aparelho	Potência (W)
Sala	24,00	20,00	2	200	400	4	100	400	-	-
Quarto	13,57	15,00	1	200	200	3	100	300	-	-
BWC	2,82	7,10	1	100	100	1	600	600	Chuveiro	5400
Hall	0,85	3,70	1	100	100	1	100	100	-	-
Cozinha	5,89	10,00	1	100	100	3	600	1800	Microond.	1500
									Torneira	3000
<b>TOTAIS</b>	<b>47,13</b>	<b>55,80</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>900</b>	<b>12</b>	<b>-</b>	<b>3200</b>	<b>3</b>	<b>9900</b>



# Primeiro Exemplo

- Distribuição dos pontos na planta



# Primeiro Exemplo

- Quadro de distribuição de cargas (Excel)

Exemplo - A														
Quadro de Previsão de Cargas														
N	Dependências	Dimensões				Iluminação			TUG			TUE		
		L	C	Área (m2)	Perímetro (m)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (VA)	Potência total (VA)	Número de pontos	Potência unitária (W)	Potência total (W)
1	Sala	6	4	24	20	2	200	400	4	100	400	0	0	0
1	Quarto	4	3,5	13,57	15	1	200	200	3	100	300	0	0	0
1	WC	2,35	1,2	2,82	7,1	1	100	100	1	600	600	1	5400	5400
1	Hall	1,05	0,80	0,85	3,7	1	100	100	1	100	100	0	0	0
1	Cozinha	2,35	2,65	5,89	10	1	100	100	3	600	1800	1	3000	3000
												1	1500	1500
5														
<b>Sub-totais [VA]</b>				<b>47,13</b>	<b>55,8</b>	<b>6</b>		<b>900</b>	<b>12</b>		<b>3200</b>	<b>3</b>		<b>9900</b>
<b>Sub-totais [W]</b>							<b>1</b>	<b>900</b>		<b>1</b>	<b>3200</b>		<b>1</b>	<b>9900</b>
<b>Total</b>														<b>14000</b>

Potência [W]

14000 [VA]

Fornecimento monofásico

# Primeiro Exemplo

## ▣ Quadro de distribuição de circuitos (Excel)

Exemplo - A

Quadro da Distribuição de Circuitos

Circuito		Tensão (V)	Local	Potência			Corrente (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores	Proteção		Corrente nominal	
N	Tipo			Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)				Tipo	Número de pólos		
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400	7,09			DTM	1		
			Quarto	2	100	200							
			WC	1	100	100							
			Hall	1	100	100							
			Cozinha	1	100	100							
2	TUG's	127	Sala	4	100	400	700	5,51			DTM	1	
			Quarto	3	100	300					+IDR	2	
3	TUG's	127	WC	1	600	600	700	5,51			DTM	1	
			Hall	1	100	100					+IDR	2	
4	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200	9,45			DTM	1	
											+IDR	2	
5	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600	4,72			DTM	1	
											+IDR	2	
6	TUE's	127	WC	1	5400	5400	5400	42,52			DTM	1	
											+IDR	2	
7	TUE's	127	Cozinha	1	3000	3000	3000	23,62			DTM	1	
											+IDR	2	
8	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500	11,81			DTM	1	
											+IDR	2	
Total	VA						14000						
Distribuição	Quadro de distribuição	127					14000	110,24			DTM	1	
	Quadro de medidor												

Circuitos

Potência ....

Corrente...

Disjuntores

# Primeiro Exemplo

## □ Quadro de distribuição de circuitos (continuando)

Exemplo - A																
Quadro da Distribuição de Circuitos																
Método da Capacidade de Corrente																
N	Circuito Tipo	Tensão (V)	Local	Potência			Corrente de Projeto (A)	Corrente de Projeto Normalizada (A)	FCA	FCT	Corrente Corrigida (A)	Numero de circuitos agrupados	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Tipo	Proteç Núme de pó	
				Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)										
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400	900	7,09	9,00	0,80	1,00	11,25	2	1,5	DTM	1
			Quarto	2	100	200										
			WC	1	100	100										
			Hall	1	100	100										
			Cozinha	1	100	100										
2	TUG's	127	Sala	4	100	400	1400	11,02	14,00	0,80	1,00	17,50	2	2,5	DTM	1
			Quarto	3	100	300										
			WC	1	600	600										
			Hall	1	100	100										
3	TUG's	127	Cozinha	2	600	1200	1200	9,45	11,00	0,80	1,00	13,75	2	2,5	DTM	1
														+IDR	2	
4	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600	4,72	9,00	0,70	1,00	12,86	3	2,5	DTM	1
														+IDR	2	
5	TUE's	220	WC	1	5400	5400	5400	24,55	32,00	0,80	1,00	40,00	2	4	DTM	1
														+IDR	2	
6	TUE's	220	Cozinha	1	3000	3000	3000	13,64	14,00	0,70	1,00	20,00	3	2,5	DTM	1
														+IDR	2	
7	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500	11,81	14,00	0,70	1,00	20,00	3	2,5	DTM	1
														+IDR	2	
Total	VA					14000										
Distribuição	Quadro de distribuição	127				14000	110,24								DTM	1
	Quadro de medidor															

Circuitos

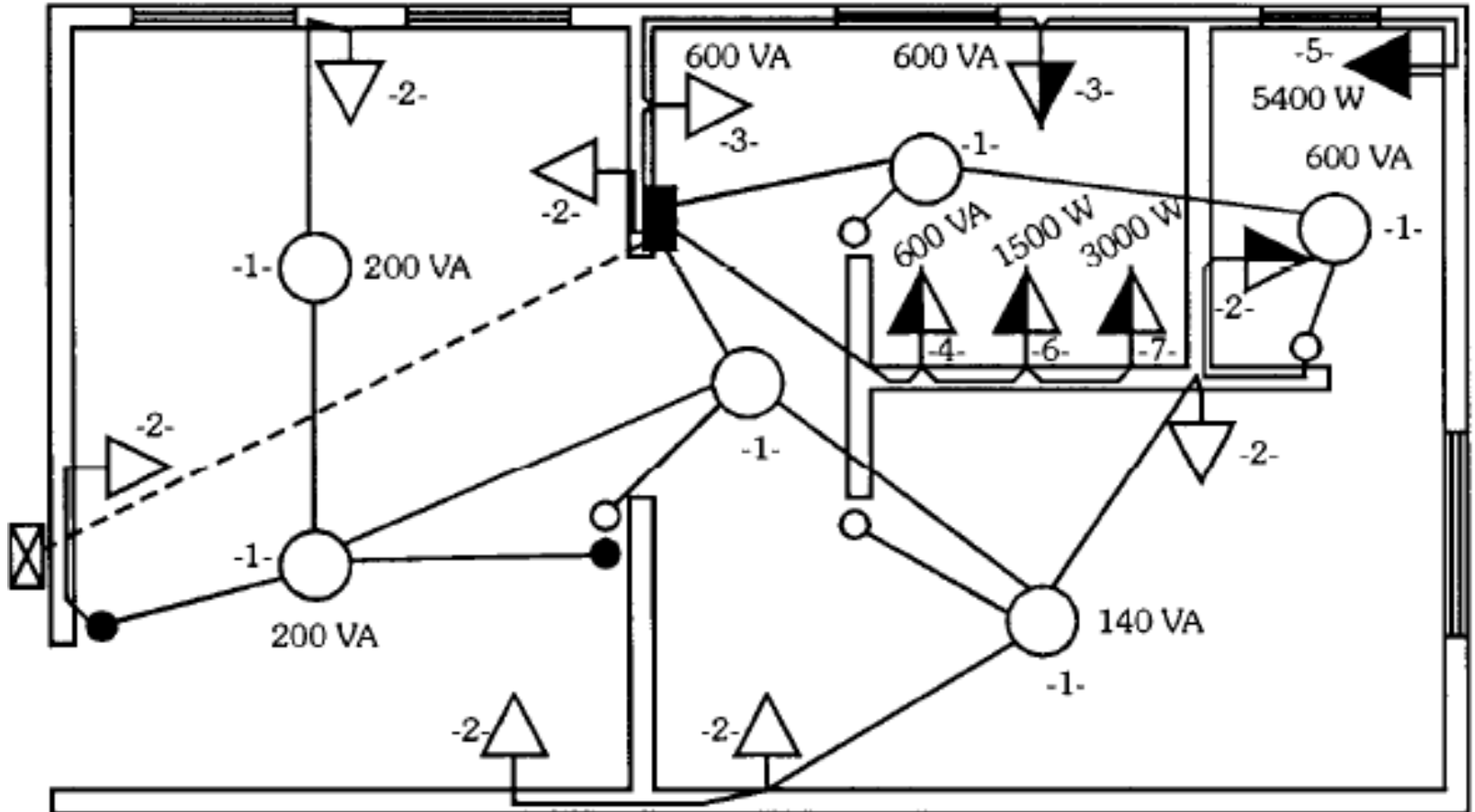
Potência

Corrente

Condutores

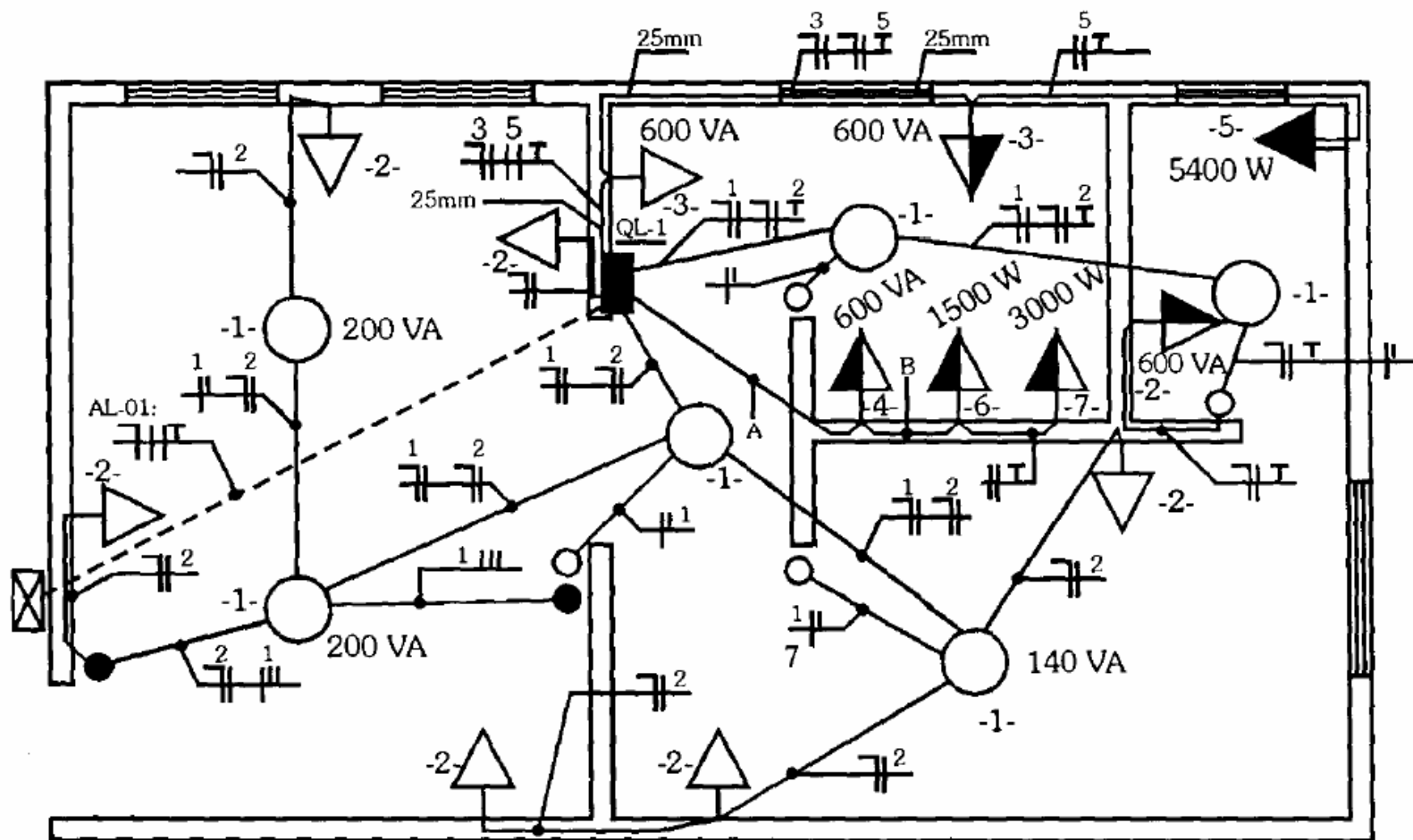
# Primeiro Exemplo

- Alocação dos circuitos (eletrodutos) na planta



# Primeiro Exemplo

- Alocação dos circuitos (condutores) na planta

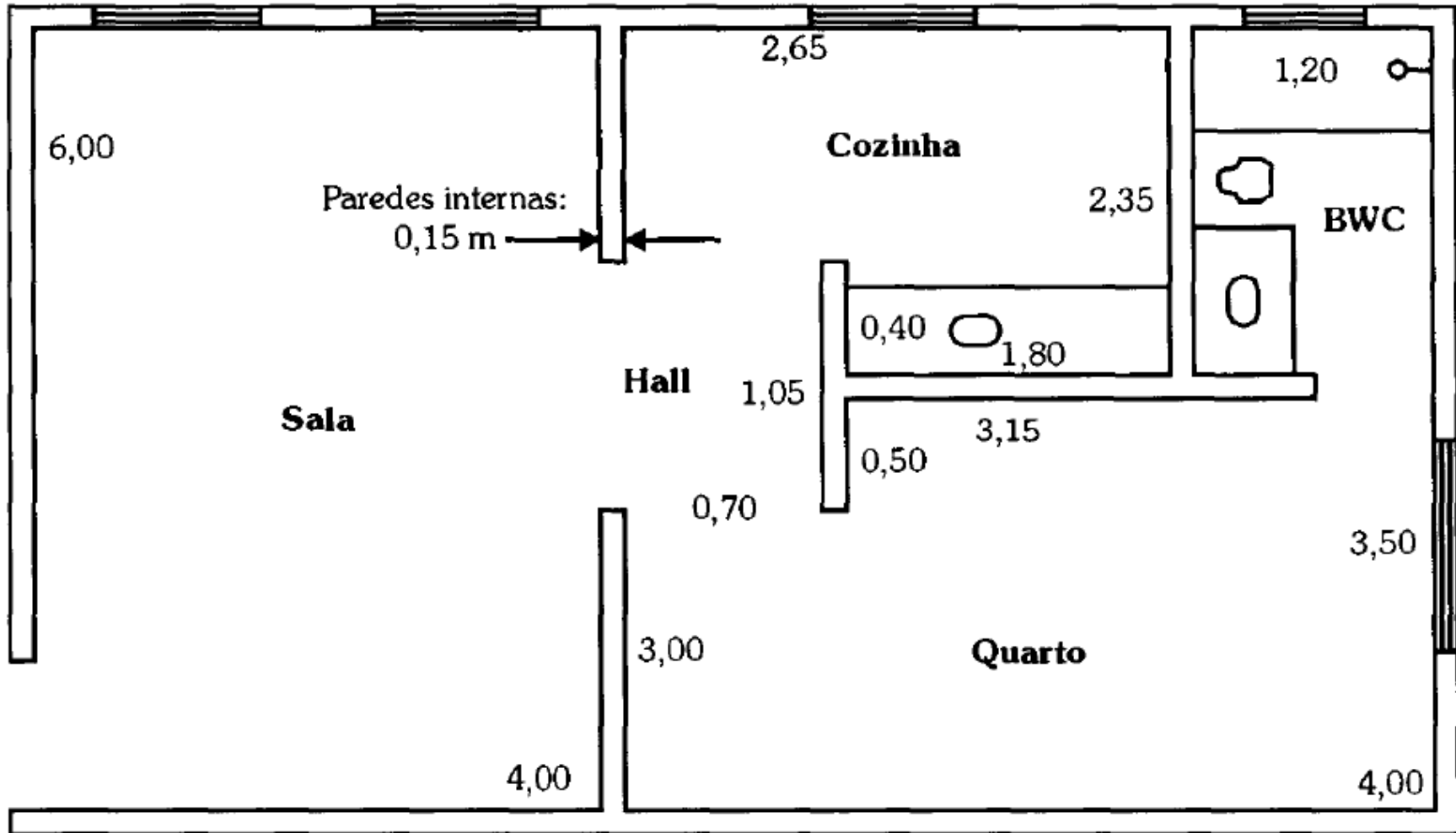


# Primeiro Exemplo

- **Circuito 1:** dimensionar os condutores para o circuito de **iluminação**, tendo como dados:  $S=900$  VA,  $V=127$  V, isolação de PVC, eletroduto embutido em alvenaria; temperatura ambiente:  $30$  °C,  $FP=1$
- Primeiro: obter a distância (o maior trecho):  $5,2$  m

# Primeiro Exemplo

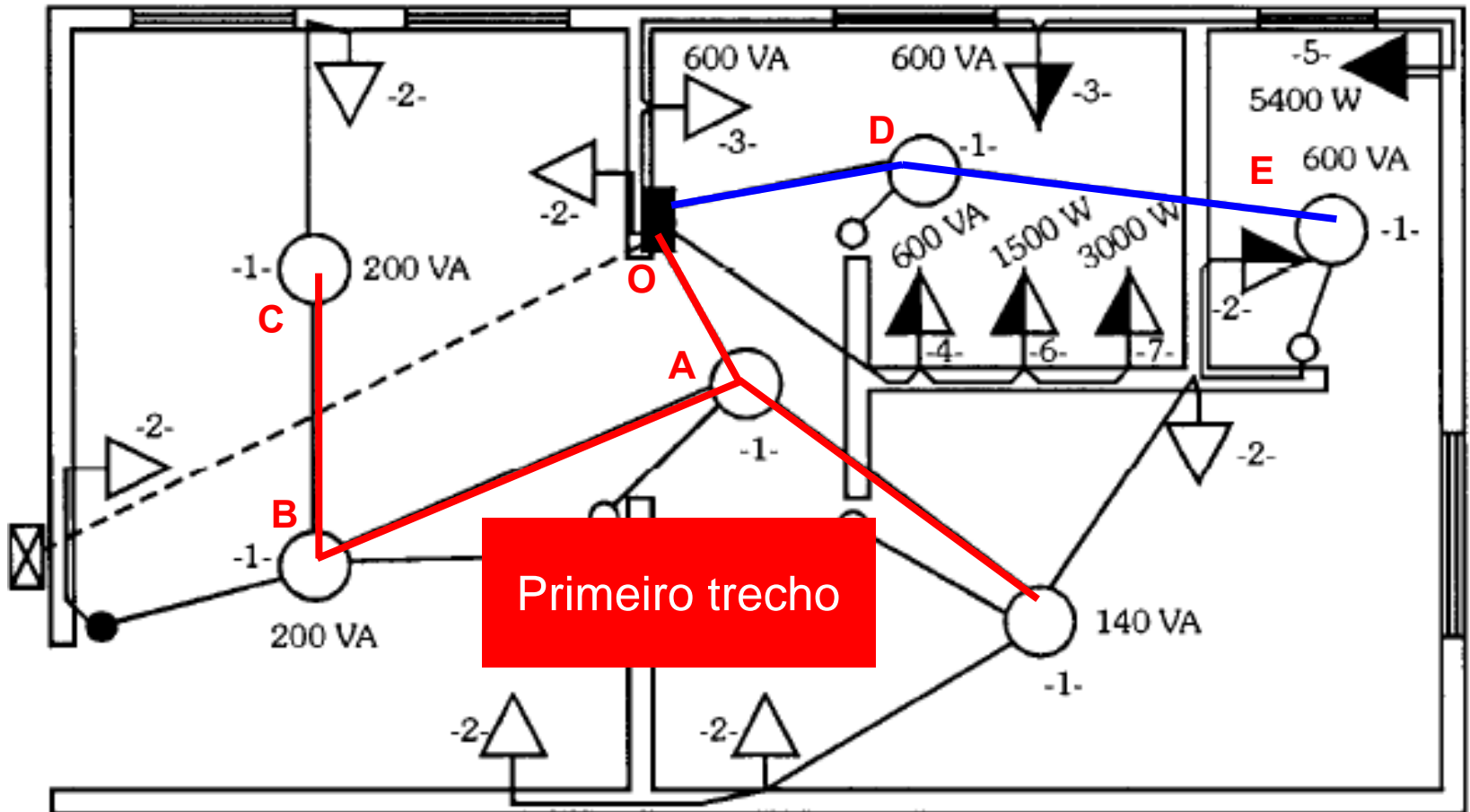
## □ Planta baixa da residência





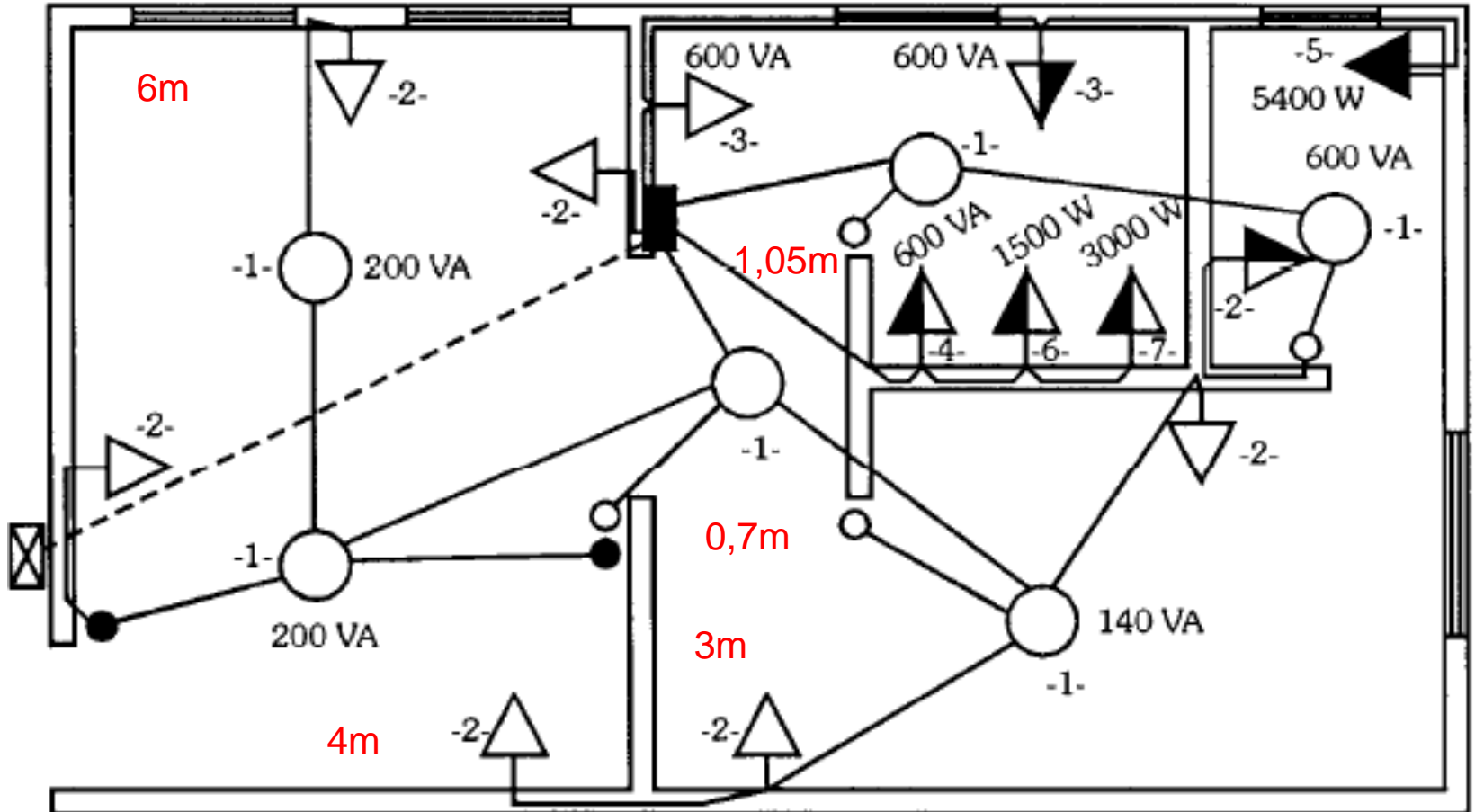
# Primeiro Exemplo

- Alocação dos circuitos (eletrodutos) na planta



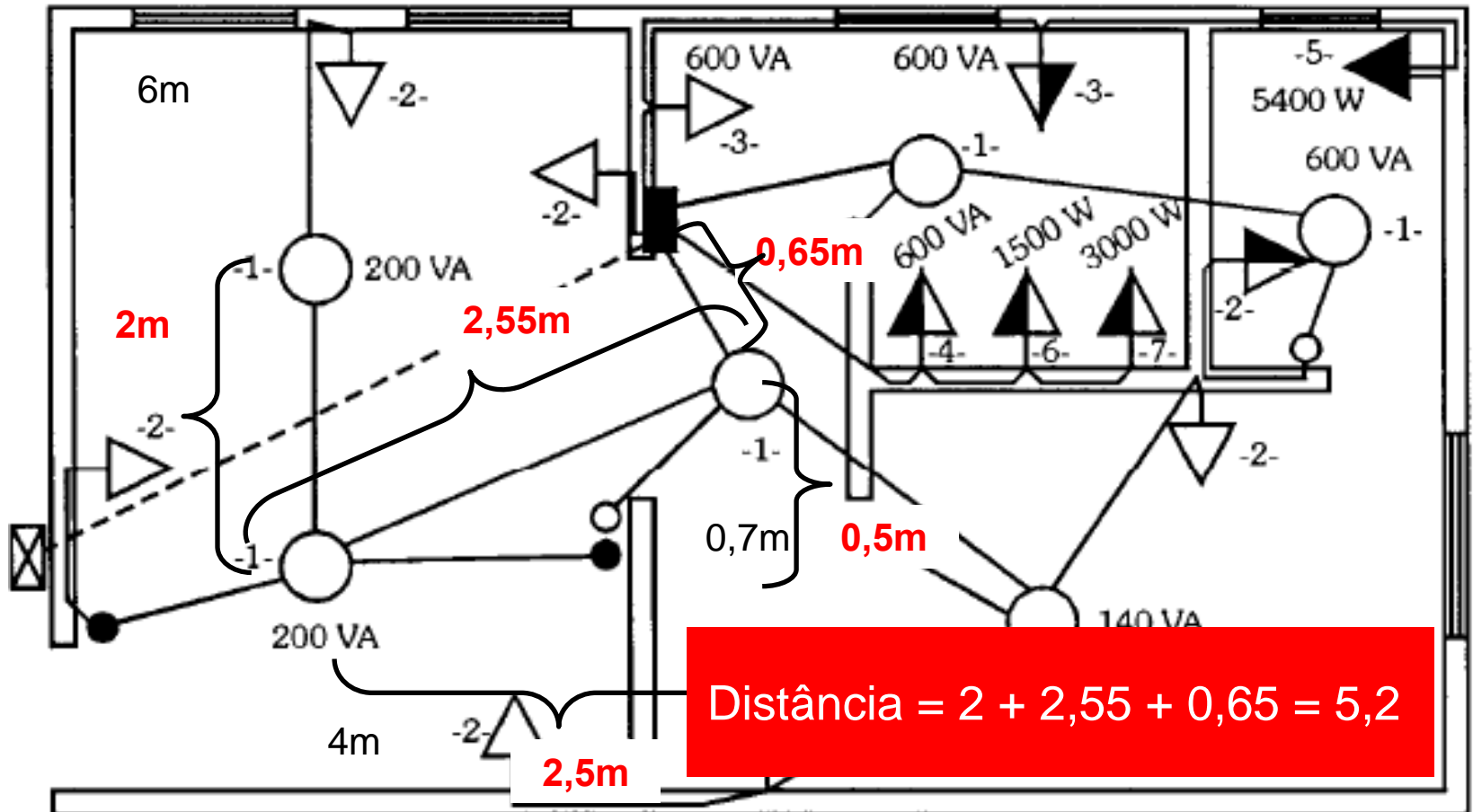
# Primeiro Exemplo

- Alocação dos circuitos (eletrodutos) na planta



# Primeiro Exemplo

- Alocação dos circuitos (eletrodutos) na planta



# Primeiro Exemplo

## □ Solução:

- a) Tipo de isolação: PVC
- b) Método de instalação: 7-B1
- c) Material do eletroduto: PVC
- d) Tipo de circuito: F-N, 2 condutores
- e) Temperatura ambiente: 30 °C
- f) Cálculo da potência (primeiro trecho):

$$S = 100 + 200 + 200 + 140 = 640 \text{ VA}$$

- g) Cálculo da corrente de projeto:

$$I_p = \frac{640}{127} = 5,04 \text{ A}$$

# Primeiro Exemplo

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

Seção Nominal mm <sup>2</sup>	Eletroduto e calha (5) (mat. magnético)		Eletroduto e calha (5) (mat. não magnético)		Instalação ao ar livre (3)																						
	Cabos Sintenax, Voltenax e Voltalene																				C. Uni/Bipolar		C. Tri/Tetrapolar				
	Pirastic Super Pirastic - Flex Super		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		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	FP=0,80	FP=0,95			
1,5	14	16,8	16,9	20,2	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	20,2	23,9	
2,5	9,0	10,5	10,6	12,4	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	12,4	14,7	
4	5,87	7,00	7,07	8,14	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	10,6	7,8	9,1	
6	3,54	4,20	4,23	4,93	5,63	6,4	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	7,1	5,2	6,1	
10	2,27	2,70	2,68	3,17	3,67	4,4	4,4	5,2	4,3	5,1	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	4,2	3,1	3,7	
16	1,50	1,72	1,71	2,03	2,33	2,8	2,8	3,4	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	2,7	2,0	2,3	
25	1,12	1,25	1,25	1,51	1,71	2,1	2,1	2,6	1,7	1,9	1,5	1,7	1,5	1,7	1,4	1,5	1,3	1,4	1,5	1,7	1,3	1,4	1,5	1,7	1,3	1,4	
35	0,86	0,95	0,94	1,11	1,25	1,51	1,51	1,83	1,20	1,29	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	1,1	0,9	0,9	1,0	1,1	0,9	0,9	
50	0,64	0,67	0,67	0,81	0,88	1,05	1,05	1,29	0,81	0,88	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
70	0,50	0,51	0,50	0,65	0,68	0,81	0,81	1,05	0,65	0,68	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	
95	0,42	0,42	0,40	0,57	0,57	0,65	0,65	0,81	0,57	0,57	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
120	0,37	0,35	0,35	0,42	0,42	0,50	0,50	0,65	0,42	0,42	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
150	0,32	0,30	0,30	0,37	0,37	0,44	0,44	0,50	0,37	0,37	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
185	0,29	0,25	0,26	0,32	0,32	0,39	0,39	0,44	0,32	0,32	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
240	0,27	0,22	0,23	0,27	0,27	0,35	0,35	0,40	0,27	0,27	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
300	0,24	0,20	0,21	0,24	0,24	0,30	0,30	0,35	0,24	0,24	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
400	0,23	0,19	0,19	0,22	0,22	0,28	0,28	0,32	0,23	0,23	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
500	0,22	0,17	0,18	0,21	0,21	0,26	0,26	0,30	0,22	0,22	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
630	0,21	0,16	0,17	0,20	0,20	0,24	0,24	0,28	0,21	0,21	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
800	0,21	0,16	0,16	0,19	0,19	0,23	0,23	0,27	0,21	0,21	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
1000	0,21	0,16	0,16	0,19	0,19	0,23	0,23	0,27	0,21	0,21	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
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	26	27	28

# Primeiro Exemplo

h)  $\Delta v_{unit.}$  (Tabela 10.22)=27,6 (seção mínima 1,5 mm<sup>2</sup> )

i) Queda de tensão unitária:

$$\Delta e_{trecho} (\%) = \frac{\Delta V_{unit.} \times I_p \times L \times 100}{V}$$

$$\Delta e_{trecho} (\%) = \frac{27,6 \times 5,05 \times 0,0052 \times 100}{127}$$

$$\Delta e_{trecho} (\%) = 0,57\%$$

Considera-se  
sempre o trecho  
mais longo

Primeiro trecho

# Primeiro Exemplo

- 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 mm<sup>2</sup> – Coluna 5

Trecho	S (VA)	I <sub>p</sub> (A)	d (Km)	Seção do condutor (mm <sup>2</sup> )	Δe (V/A.Km)	Δe (trecho) (%)	Δe (acumulado)
O-A	640	5,04	0,0052	1,5	27,6	0,57	0,57
A-B	400	3,15	0,0052	1,5	27,6	0,36	0,93
B-C	200	1,57	0,0052	1,5	27,6	0,18	1,10



- O valor calculado para a queda de tensão para todos os trechos do circuito é sempre menor do 4%. Assim, a seção nominal do condutor será igual a 1,5 mm<sup>2</sup>

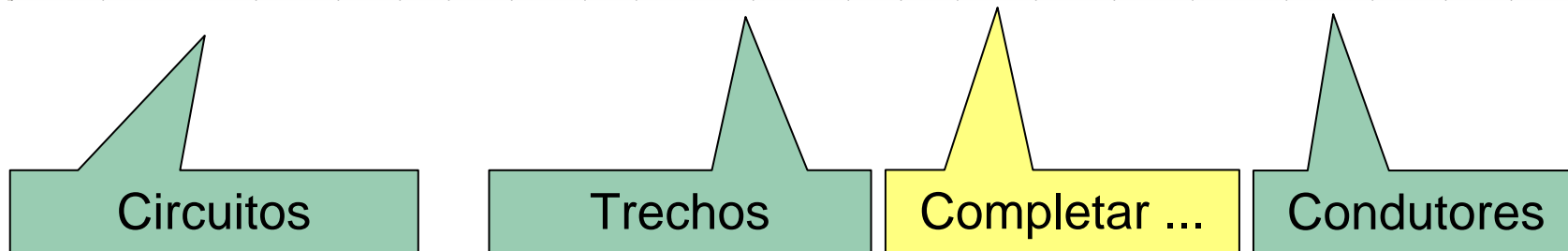
# Primeiro Exemplo

## □ Quadro de distribuição de circuitos (continuando)

Exemplo - A

Quadro da Distribuição de Circuitos

										Método da Queda de Tensão									
N	Circuito Tipo	Tensão (V)	Local	Potência			Corrente de Projeto (A)	Trechos	S(VA)	Ip (A)	d (Km)	Δe (V/A.Km)	Δe (trecho) (%)	Δe (acumulado)	Seção dos condutores (mm <sup>2</sup> )	Tipo	Proteção Número de pólos	Corrente nominal	
				Quantidade x Potência (VA)	Sub - total (VA)	Total (VA)													
1	Iluminação social	127	Sala	2	200	400	900	7,09	D-A	640,0	5,04	0,0052	27,6	0,57	0,57	1,5	DTM	1	
			Quarto	2	100	200			A-B	400,0	3,15	0,0052	27,6	0,36	0,93				
			W/C	1	100	100			B-C	200,0	1,57	0,0052	27,6	0,18	1,10				
			Hall	1	100	100			D-D	200,0	1,57	0,0052	27,6	0,18	0,18				
			Cozinha	1	100	100			D-E	100,0	0,79	0,0052	27,6	0,09	0,27				
			Sala	4	100	400													
2	TUG's	127	Quarto	3	100	300	1400	11,02								DTM	1		
			W/C	1	600	600										+IDR	2		
			Hall	1	100	100													
			Cozinha	2	600	1200											DTM	1	
3	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600	4,72							DTM	1			
4	TUG's	127	Cozinha	1	600	600	600	4,72							+IDR	2			
5	TUE's	220	W/C	1	5400	5400	5400	24,55							DTM	1			
6	TUE's	220	Cozinha	1	3000	3000	3000	13,64							+IDR	2			
7	TUE's	127	Cozinha	1	1500	1500	1500	11,81							DTM	1			
	Total	VA				14000													
	Distribuição	Quadro de distribuição	127			14000	110,24								DTM	1			
		Quadro de medidor																	





# Dimensionamento do Condutor Neutro

# Dimensionamento do Condutor Fase

## □ Seção mínima do condutor fase

Tabela 47 — Seção mínima dos condutores<sup>1)</sup>

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm <sup>2</sup> - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força <sup>2)</sup>	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu <sup>3)</sup>
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados		Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento
		Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu <sup>4)</sup>
		Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu

<sup>1)</sup> Seções mínimas ditadas por razões mecânicas

<sup>2)</sup> Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.

<sup>3)</sup> Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.

<sup>4)</sup> Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.

# Dimensionamento do Condutor Neutro

## ❑ **Seção do Condutor Neutro**

- ❑ O condutor neutro, em um sistema elétrico de distribuição secundária (BT), tem por finalidade o equilíbrio e a proteção desse sistema elétrico
- ❑ Num circuito trifásico com neutro e cujos condutores de fase tenham uma seção superior a  $25 \text{ mm}^2$ , a seção do condutor neutro pode ser inferior à dos condutores de fase, sem ser inferior aos valores indicados na tabela 48, em função dos condutores de fase, quando as três condições seguintes forem simultaneamente atendidas:
  - a) o circuito for presumivelmente equilibrado, em serviço normal;
  - b) a corrente das fases não contiver um taxa de terceira harmônica e múltiplos superior a 15%; e
  - c) o condutor neutro for protegido contra sobrecorrentes

# Dimensionamento do Condutor Neutro

## □ Seção reduzida do condutor neutro

**Tabela 48 — Seção reduzida do condutor neutro<sup>1)</sup>**

Seção dos condutores de fase mm <sup>2</sup>	Seção reduzida do condutor neutro mm <sup>2</sup>
$S \leq 25$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120
300	150
400	185

<sup>1)</sup> As condições de utilização desta tabela são dadas em 6.2.6.2.6.

# Dimensionamento do Condutor Neutro

- ❑ Os valores da tabela 48 são aplicáveis quando os condutores de fase e o condutor neutro forem do mesmo metal
- ❑ A norma NBR 5410 determina que:
  1. Condutor neutro não pode ser comum a mais de um circuito
  2. O condutor neutro de um circuito monofásico deve ter a mesma seção do condutor fase
  3. Quando, num circuito trifásico com neutro, a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 15%, a seção do condutor neutro não deve ser inferior à dos condutores de fase, podendo ser igual à dos condutores de fase se essa taxa não for superior a 33%
- ❑ Tais níveis de correntes harmônicas são encontrados, por exemplo, em circuitos que alimentam luminárias com lâmpadas de descarga, incluindo as fluorescentes

# Dimensionamento do Condutor Neutro

## ❑ **Determinação da Corrente de Neutro**

- ❑ Quando, num circuito trifásico em neutro ou num circuito com duas fases e neutro, a taxa de terceira harmônica e seus múltiplos for superior a 33%, a corrente que circula pelo neutro, em serviço normal, é superior à corrente das fases
- ❑ A seção do condutor neutro pode ser determinada calculando-se a corrente no neutro sob a forma:

$$I_N = f_h \times I_B$$

- ❑ Onde:  $I_B$  é a corrente de projeto do circuito

$$I_B = \sqrt{I_1 + I_i + I_j + \dots + I_n}$$

# Dimensionamento do Condutor Neutro

## □ Sendo:

- $I_1$  o valor eficaz da componente fundamental, ou componente de 60Hz;
- $I_i, I_j, \dots, I_n$  os valores eficazes das componentes harmônicas de ordem  $i, j, \dots, n$  presentes na corrente de fase
- $f_n$  é o fator pertinente dado na tabela F.1, em função da taxa de terceira harmônica e do tipo de circuito (circuito trifásico com neutro ou circuito com duas fases e neutro)
- Na falta de uma estimativa mais precisa da taxa de terceira harmônica esperada, recomenda-se a adoção de um  $f_n$  igual a 1,73 no caso de circuito trifásico com neutro e igual a 1,41 no caso de circuito com duas fases e neutro

# Dimensionamento do Condutor Neutro

- Fator  $f_h$  para a determinação da corrente de neutro

**Tabela F.1 — Fator  $f_h$  para a determinação da corrente de neutro**

Taxa de terceira harmônica	$f_h$	
	Circuito trifásico com neutro	Circuito com duas fases e neutro
33% a 35%	1,15	1,15
36% a 40%	1,19	1,19
41% a 45%	1,24	1,23
46% a 50%	1,35	1,27
51% a 55%	1,45	1,30
56% a 60%	1,55	1,34
61% a 65%	1,64	1,38
≥ 66%	1,73	1,41



# Dimensionamento do Condutor de Proteção

# Dimensionamento do Condutor de Proteção

- ❑ Em um circuito terminal, **o condutor de proteção** liga as massas dos equipamentos de utilização e, se for o caso, o terminal “terra” das tomadas de corrente ao terminal de aterramento do quadro de distribuição respectivo
- ❑ Em um circuito de distribuição, o condutor de proteção interliga o terminal de aterramento do quadro de onde parte o circuito de distribuição ao quadro alimentado pelo circuito
- ❑ O dimensionamento do condutor de proteção deve atender a aspectos elétrico e mecânicos

# Dimensionamento do Condutor de Proteção

- Seção mínima do condutor de proteção

**Tabela 58 — Seção mínima do condutor de proteção**

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

- A tabela 58 é válida apenas se o condutor de proteção for constituído do mesmo metal que os condutores de fase

# Dimensionamento do Condutor de Proteção

- A seção de qualquer condutor de proteção que não faça parte do mesmo cabo ou não esteja contido no mesmo conduto fechado que os condutores de fase não deve ser a inferior a:
  - a) 2,5 mm<sup>2</sup> em cobre / 16 mm<sup>2</sup> em alumínio, se for provida proteção contra danos mecânicos
  - b) 4 mm<sup>2</sup> em cobre / 16 mm<sup>2</sup> em alumínio, se não for provida proteção contra danos mecânicos

# Dimensionamento do Condutor de Proteção

- Um condutor de proteção pode ser comum a dois ou mais circuitos, desde que esteja instalado no mesmo conduto que os respectivos condutores de fase e sua seção seja dimensionada conforme as seguintes opções:
  - a) calculada de acordo com 6.4.3.1.2, para a mais severa corrente de falta presumida e o mais longo tempo de atuação do dispositivo de seccionamento automático verificados nesses circuitos; ou
  - b) selecionada conforme a tabela 58, com base na maior seção de condutor de fase desses circuitos

# Dimensionamento do Condutor de Proteção

- Tipos de condutores de proteção
- Podem ser usados como condutores de proteção:
  - a) veias de cabos multipolares;
  - b) condutores isolados, cabos unipolares ou condutores nus em conduto comum com os condutores vivos
  - c) armações, coberturas metálicas ou blindagens de cabos
  - d) eletrodutos metálicos e outros condutos metálicos, desde que atendam às condições a) e b) de 6.4.3.2.2

# Dimensionamento do Condutor de Proteção

- Quando a instalação contiver linhas pré-fabricadas (barramentos blindados) com invólucros metálicos, esses invólucros podem ser usados com condutores de proteção, desde que satisfaçam simultaneamente as três prescrições seguintes:
  - a) sua continuidade elétrica deve ser assegurada por disposições construtivas ou conexões adequadas, que constituam proteção contra deteriorações de natureza mecânica, química ou eletroquímica
  - b) sua condutância seja pelo menos igual à resultante da aplicação de 6.4.3.1
  - c) permitam a conexão de outros condutores de proteção em todos os pontos de derivação predeterminados

# Dimensionamento do Condutor de Aterramento



# Dimensionamento do Condutor de Aterramento

- Em toda instalação deve ser previsto um terminal (ou barra) de **aterramento** principal e os seguintes condutores deve ser a ele ligados:
  1. condutores de aterramento
  2. condutores de proteção
  3. condutores da ligação equipotencial principal
  4. condutor de aterramento funcional, se for necessário



# Dimensionamento do Condutor de Aterr

- A localização do terminal de aterramento principal, bem como o valor limite da resistência de malha de aterramento, está definida nas Normas das Concessionárias fornecedoras de energia elétrica, de acordo com o tipo e padrão de fornecimento
- A tabela 51 NBR 5410: 2004 apresenta o material e as dimensões mínimas dos eletrodos de aterramento

# Dimensionamento do Condutor de Aterramento

## □ Tabela 51

**Tabela 51 — Materiais comumente utilizáveis em eletrodos de aterramento  
– Dimensões mínimas do ponto de vista da corrosão e da resistência mecânica,  
quando os eletrodos forem diretamente enterrados**

Material	Superfície	Forma	Dimensões mínimas			
			Diâmetro mm	Seção mm <sup>2</sup>	Espessura do material mm	Espessura média do revestimento µm
Aço	Zincada a quente <sup>1)</sup> ou inoxidável <sup>1)</sup>	Fita <sup>2)</sup>		100	3	70
		Perfil		120	3	70
		Haste de seção circular <sup>3)</sup>	15			70
		Cabo de seção circular		95		50
		Tubo	25		2	55
	Capa de cobre	Haste de seção circular <sup>3)</sup>	15			2 000
	Revestida de cobre por eletrodeposição	Haste de seção circular <sup>3)</sup>	15			254

# Dimensionamento do Condutor de Aterramento

## □ Tabela 51 (continuação)

**Tabela 51** (conclusão)

Material	Superfície	Forma	Dimensões mínimas			
			Diâmetro mm	Seção mm <sup>2</sup>	Espessura do material mm	Espessura média do revestimento μm
Cobre	Nu <sup>1)</sup>	Fita		50	2	
		Cabo de seção circular		50		
		Cordoalha	1,8 (cada veio)	50		
		Tubo	20		2	
	Zincada	Fita <sup>2)</sup>		50	2	40

<sup>1)</sup> Pode ser utilizado para embutir no concreto.  
<sup>2)</sup> Fita com cantos arredondados.  
<sup>3)</sup> Para eletrodo de profundidade.

# Dimensionamento do Condutor de Aterramento

- ❑ O condutor de aterramento faz a interligação da barra de aterramento principal ao(s) eletrodo(s) de aterramento, garantindo a continuidade elétrica do sistema de aterramento
- ❑ A conexão de um condutor de aterramento ao eletrodo de aterramento de assegurar as características elétricas e mecânicas requeridas



# Dimensionamento do Condutor de Aterramento

- Seções mínimas de condutores de aterramento enterrados no solo

**Tabela 52 — Seções mínimas de condutores de aterramento enterrados no solo**

	Protegido contra danos mecânicos	Não protegido contra danos mecânicos
Protegido contra corrosão	Cobre: 2,5 mm <sup>2</sup> Aço: 10 mm <sup>2</sup>	Cobre: 16 mm <sup>2</sup> Aço: 16 mm <sup>2</sup>
Não protegido contra corrosão	Cobre: 50 mm <sup>2</sup> (solos ácidos ou alcalinos) Aço: 80 mm <sup>2</sup>	