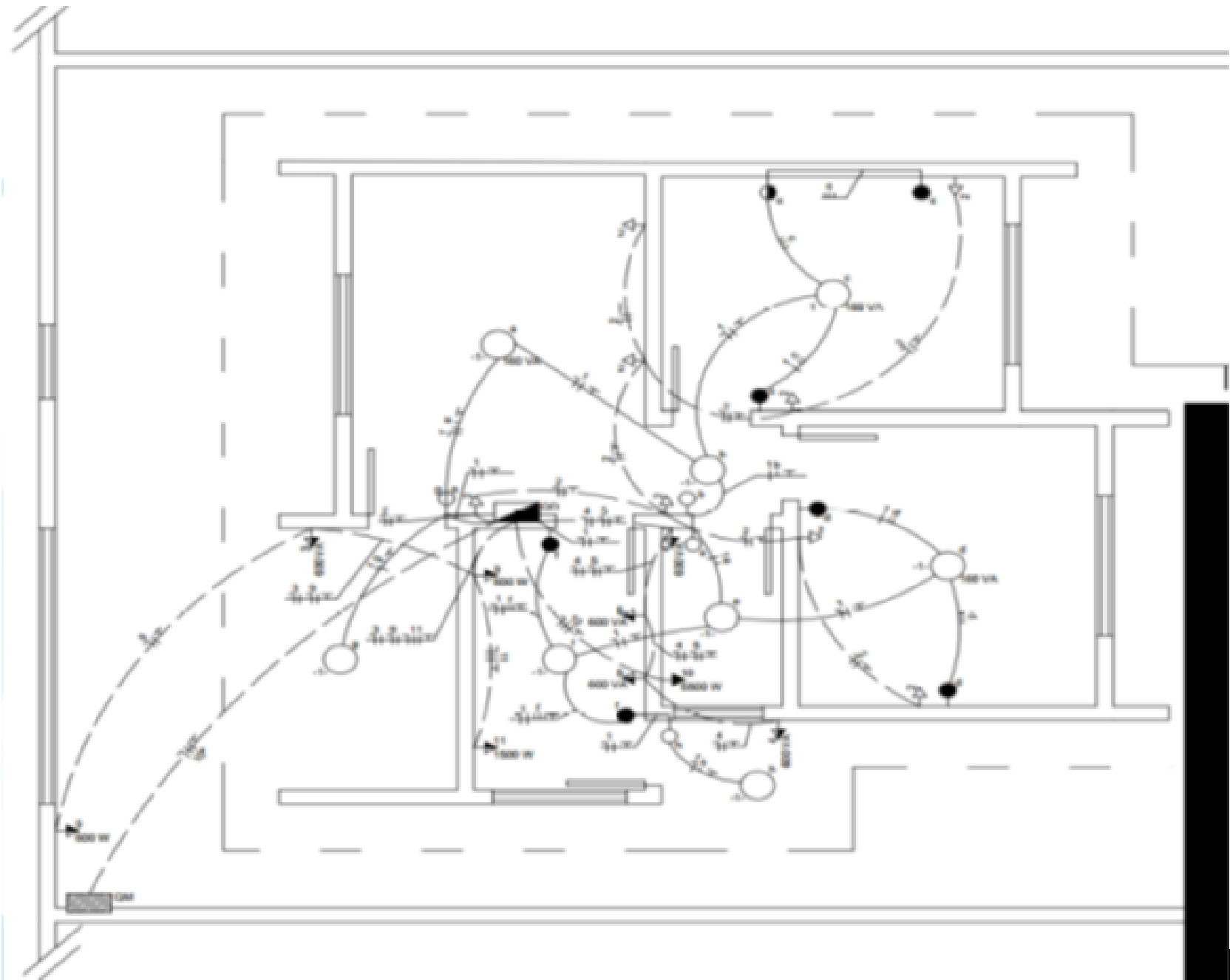
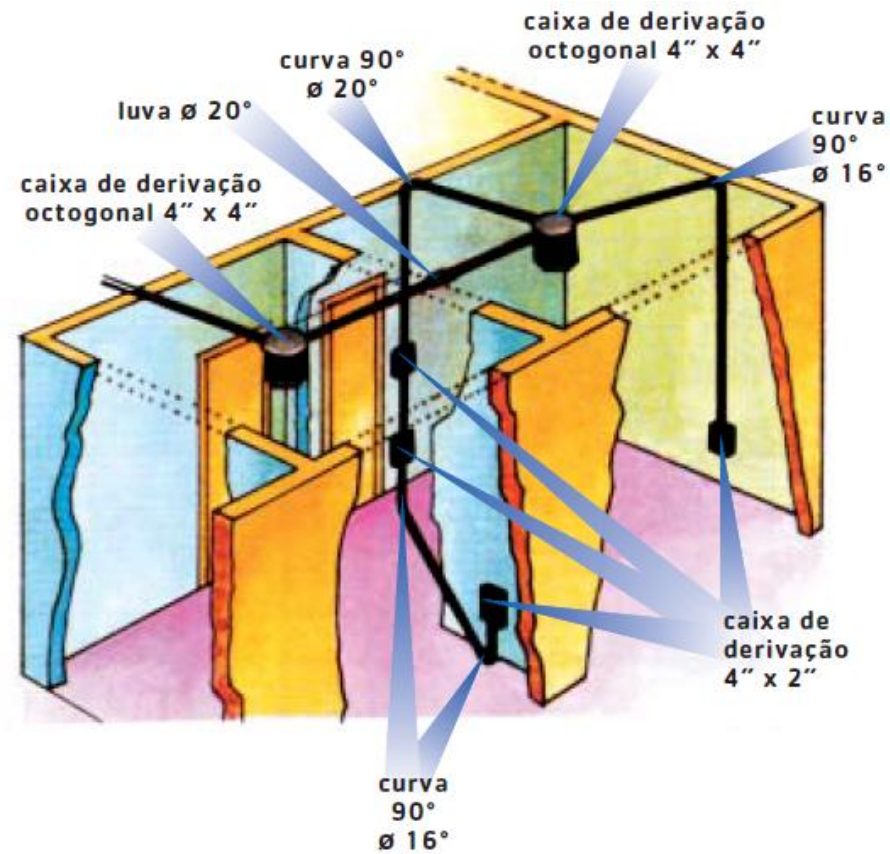


Projeto Elétrico Predial e Industrial

Dimensionamento de
Barramentos e Eletrodutos

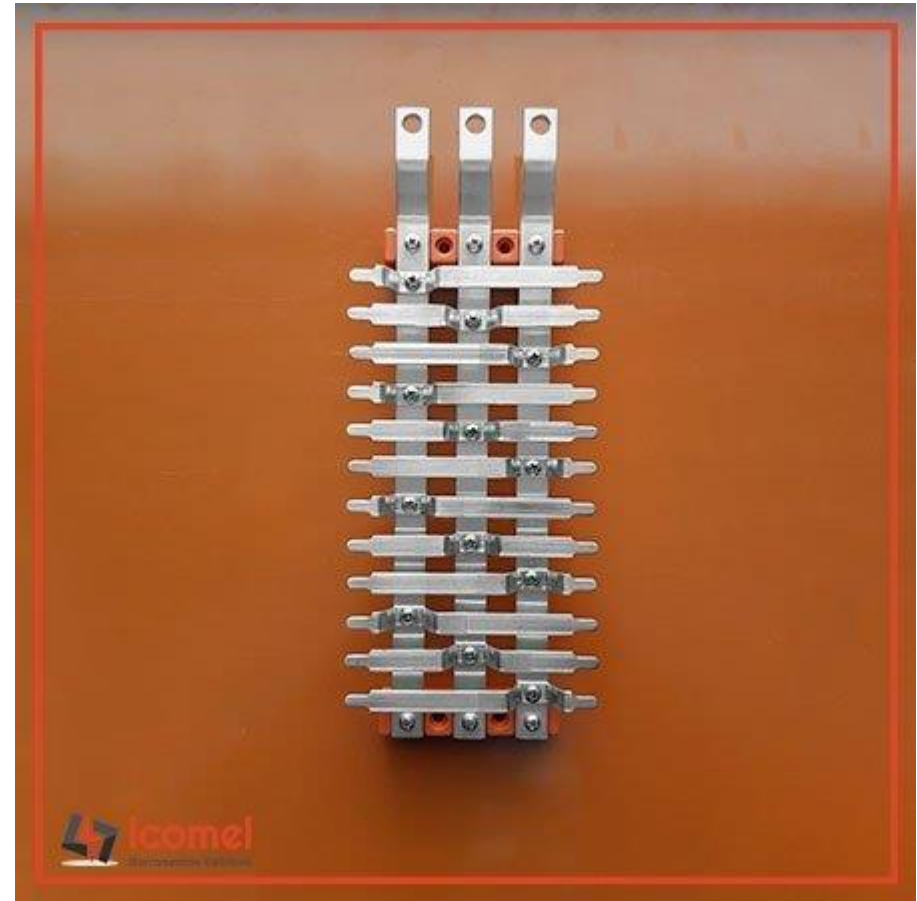


Dimensionamento do Eletroduto



Dimensionamento do Barramento

- Os barramentos são elementos de seção transversal, normalmente de formato **retangular ou circular**, instalados no interior de quadros de comando ou em subestações abrigadas, blindadas e ao tempo
- Tem a finalidade de coletar as correntes que chegam da fonte e distribuí-las aos diversos alimentadores a eles conectados.
- Podem ser construídos em cobre ou alumínio.



Dimensionamento do Barramento

Os barramentos podem ser caracterizados por dois diferentes tipos:

- **Barramentos de fabricação específica**

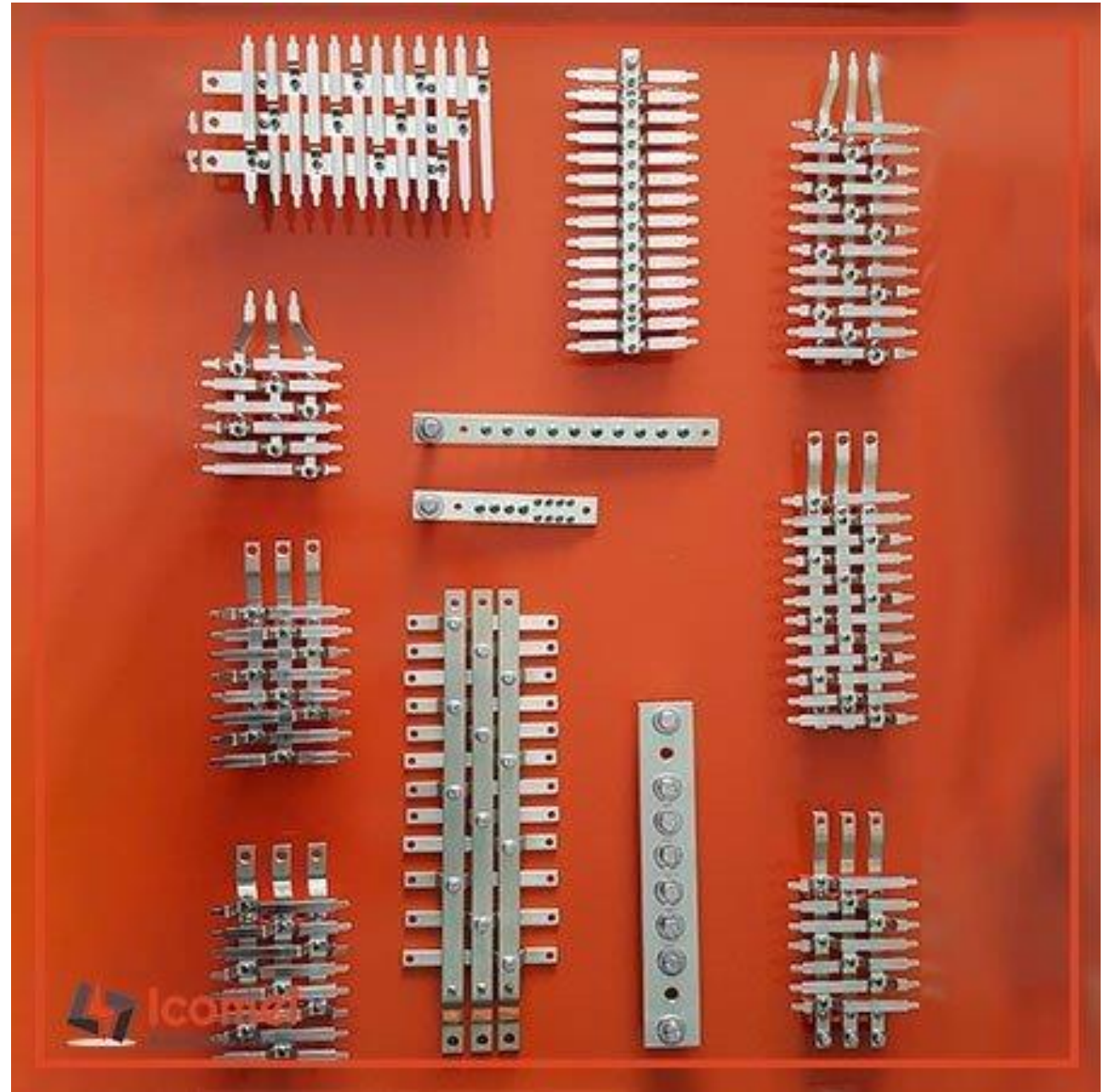
São aqueles construídos com a utilização de barras chatas, circulares ou tubos de segmento contínuo, de cobre ou alumínio, não isolado, cortado nas dimensões justas para uma finalidade específica, ou seja, aplicação em painéis elétricos, subestações blindadas, abrigadas e ao tempo

- **Barramentos pré-fabricados ou dutos de barra**

- São aqueles construídos de vários segmentos pré-fabricados e conectáveis, formando vários tipos de derivação, junções, etc., normalmente protegidos por um invólucro metálico ou de material plástico rígido, empregados em circuitos de elevadas correntes de carga, conectando, normalmente, o Quadro Geral de Força da Subestação aos Centros de Controle de Motores.

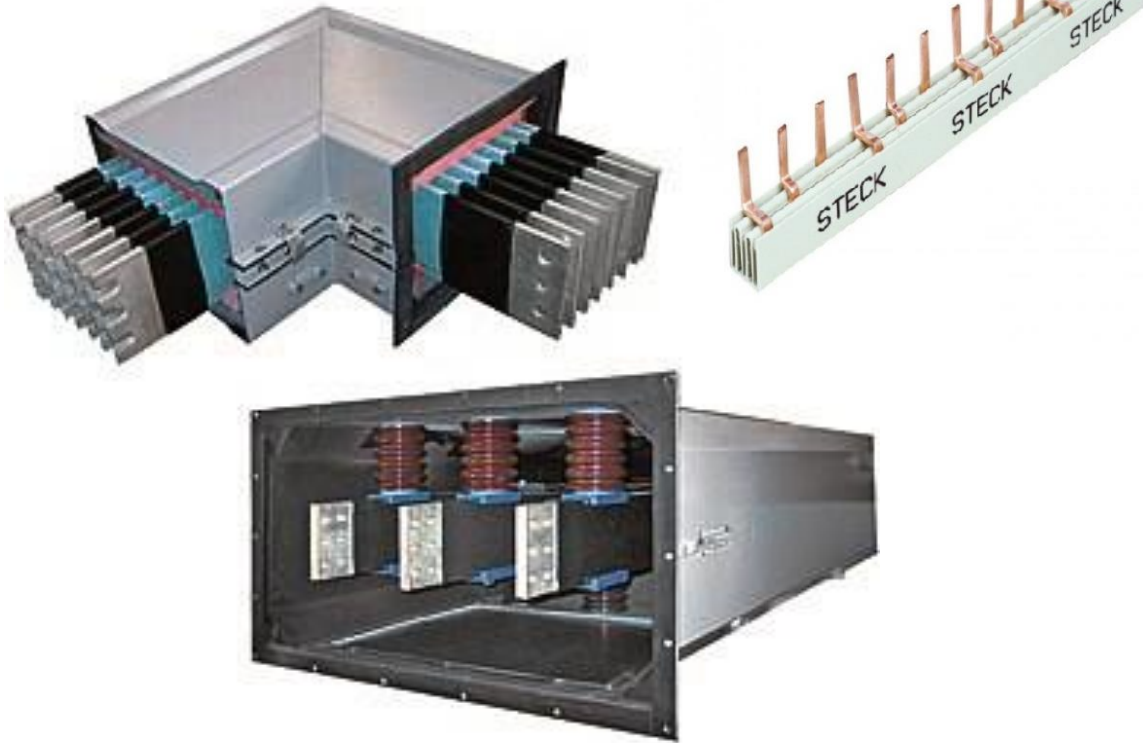
Dimensionamento do Barramento

- Barramentos de fabricação específica

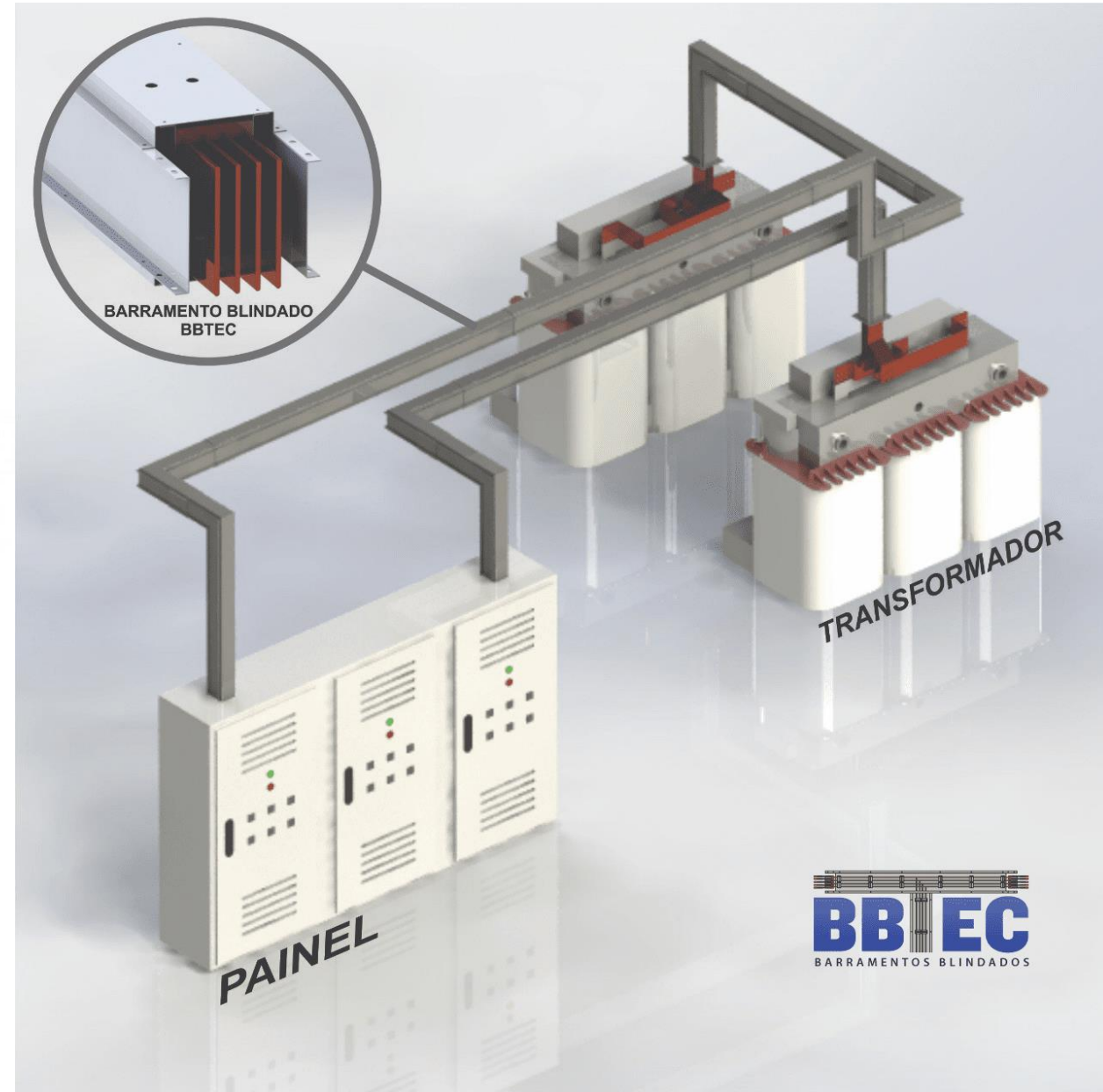


Dimensionamento do Barramento

- Barramentos pré-fabricados ou dutos de barra



norma DIN 43.671 e DIN 43.670.



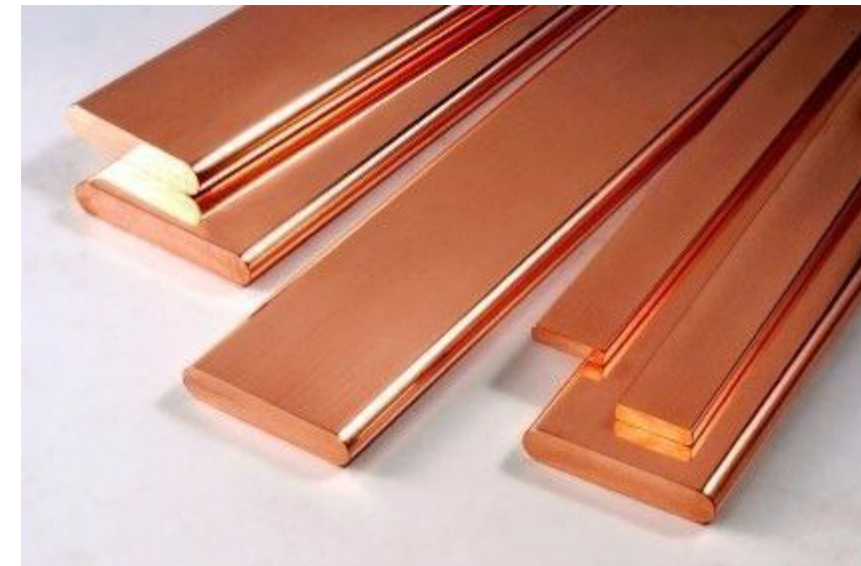
Dimensionamento do Barramento

- **Barramentos retangulares de cobre “busway”**
São aqueles empregados normalmente em painéis metálicos de baixa e média tensão, dimensionados de acordo com a **corrente de carga** e os **esforços eletrodinâmicos** das **correntes de curto-circuito**.

Tabela 3.38 Capacidade de corrente para barras retangulares de cobre

Barras de cobre retangular para uso interior

Largura	Espessura	Seção	Peso	Resistência	Reatância	Capacidade de corrente permanente (A)					
						Barra pintada			Barra nua		
						Número de barras por fase					
mm	mm	mm ²	kg/m	mΩm/m	mΩm/m	1	2	3	1	2	3
12	2	23,5	0,209	0,9297	0,2859	123	202	228	108	182	216
15	2	29,5	0,262	0,7406	0,2774	148	240	261	128	212	247
	3	44,5	0,396	0,4909	0,2619	187	316	381	162	282	361
20	2	39,5	0,351	0,5531	0,2664	189	302	313	162	264	298



Condições de instalação:

Temperatura da barra: 65 °C

Temperatura ambiente: 35 °C

Afastamento entre as barras paralelas: igual à espessura

Distância entre as barras: 7,5 cm

Posição das barras: vertical

Distâncias entre os centros de fases: > 0,80 vez o afastamento entre fases

Dimensionamento do Barramento

- **Barramentos redondos maciços de cobre**

São aqueles constituídos de barras circulares maciças de cobre de diferentes seções transversais, destinados normalmente a subestações de média tensão, abrigadas ou ao tempo, cujas capacidades de corrente nominal.

Capacidade de corrente para barras redondas de cobre

Diâmetro externo mm	Seção	Barras redondas de cobre			Capacidade de corrente permanente	
		Peso	Resistência	Reatância	Barra pintada	Barra nua
mm	mm ²	kg/m	mΩh/m	mΩh/m	(A)	(A)
5	19,6	0,175	0,1146	0,2928	95	85
8	50,3	0,447	0,4343	0,2572	179	159
10	78,5	0,699	0,2893	0,2405	243	213



Condições de instalação:
Temperatura da barra: 65 °C
Temperatura ambiente: 35 °C
Distância entre os centros das barras: 7,5 cm
Distâncias entre os centros de fases: igual ou superior a 2,5 vezes o diâmetro externo

Dimensionamento do Barramento

- **Barramentos tubulares de cobre**

São constituídos de tubos de cobre de diferentes seções circulares, empregados normalmente em subestações de alta-tensão, localizadas em ambientes agressivos, marítimos ou industriais



Conduitos

- **Dimensionamentos de dutos**

Conduitos é o nome genérico que se dá aos elementos utilizados para a instalação dos condutores elétricos.

A aplicação e o dimensionamento dos conduitos merecem uma grande atenção por parte do instalador. De forma geral, alguns princípios básicos devem ser seguidos:

- Nos conduitos fechados, **todos os condutores vivos** (fase e neutro) pertencentes a um mesmo circuito devem ser agrupados em um mesmo conduto (eletroduto, calha, bandeja etc.).
- Não se deve instalar cada fase de um mesmo circuito em diferentes eletrodutos de ferro galvanizado (dutos magnéticos). Caso contrário, devido à intensa magnetização resultante, cujo valor é diretamente proporcional à corrente de carga do cabo, os eletrodutos sofrerão um elevado aquecimento, devido ao efeito magnético, que **poderá danificar a isolação dos condutores**.

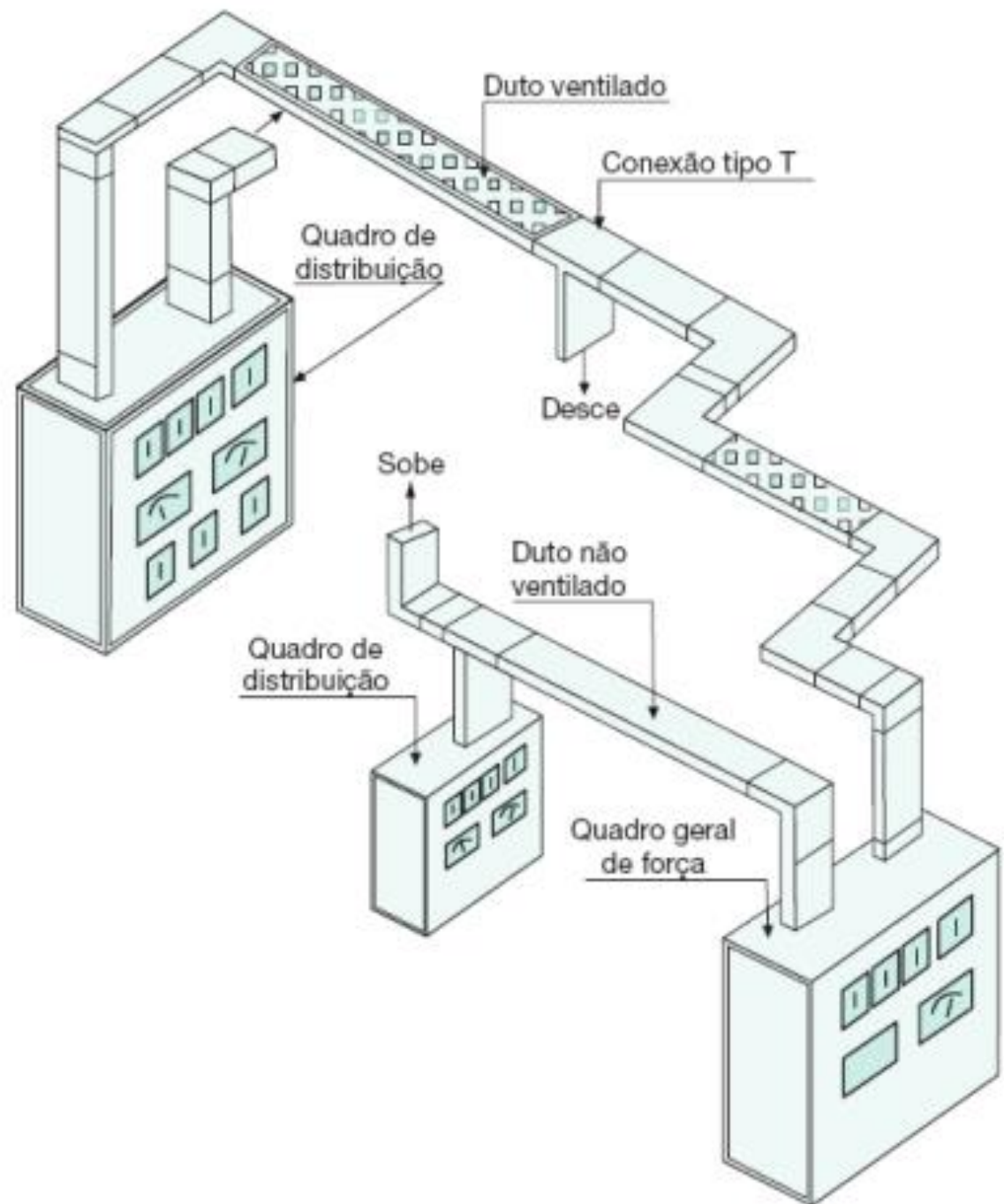
Conduitos

- Os conduitos fechados somente devem conter mais de um circuito nas seguintes condições, simultaneamente atendidas:
 - Todos os circuitos devem se originar de um mesmo dispositivo geral de manobra e proteção;
 - As seções dos condutores devem estar dentro de um intervalo de três valores normalizados sucessivos; como exemplo, pode-se citar o caso de cabos cujos circuitos podem ser agrupados em um mesmo eletroduto: 16, 25 e 35 mm²;
 - Os condutores isolados ou cabos isolados devem ter a mesma temperatura máxima para serviço contínuo;
 - Todos os condutores devem ser isolados para a mais alta tensão nominal presente no conduto.



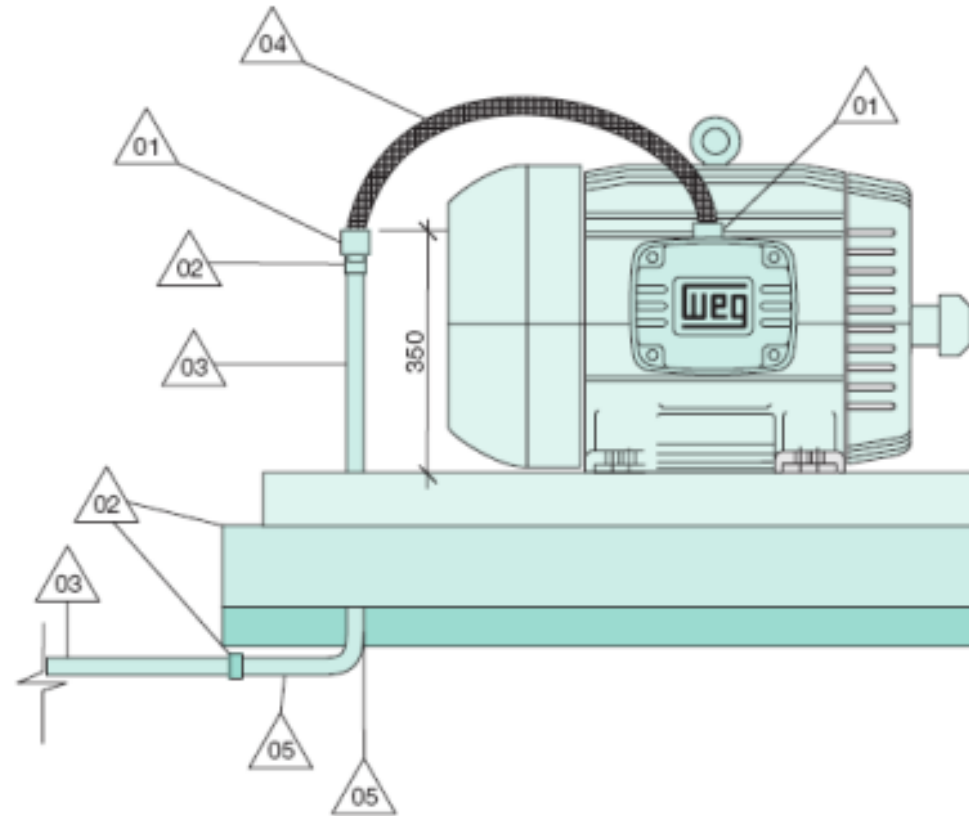
Conduto

Exemplo de aplicação de dutos de barras



Condutores

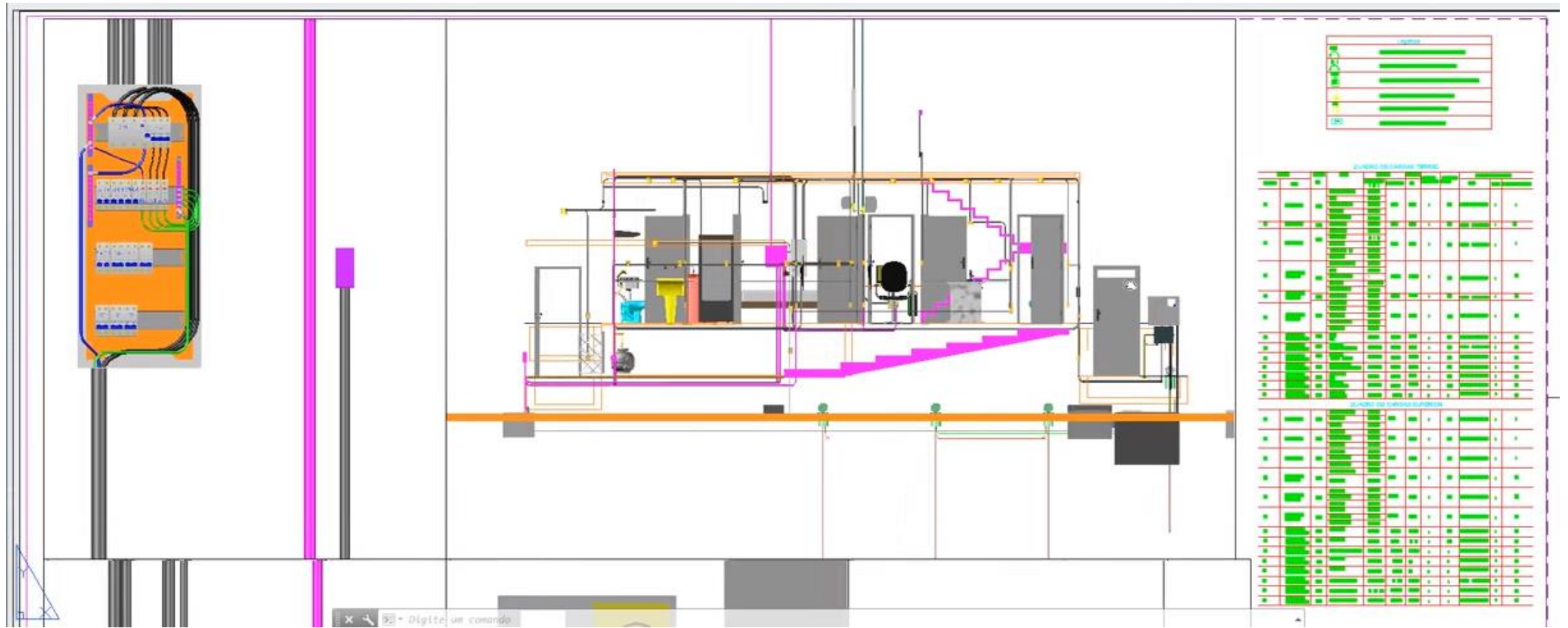
Instalação de eletroduto para alimentação de um motor.



Simbologia: 1 – conector de alumínio; 2 – luva de ferro galvanizado;
3 – eletroduto de ferro galvanizado; 4 – eletroduto metálico flexível;
5 – curva de PVC

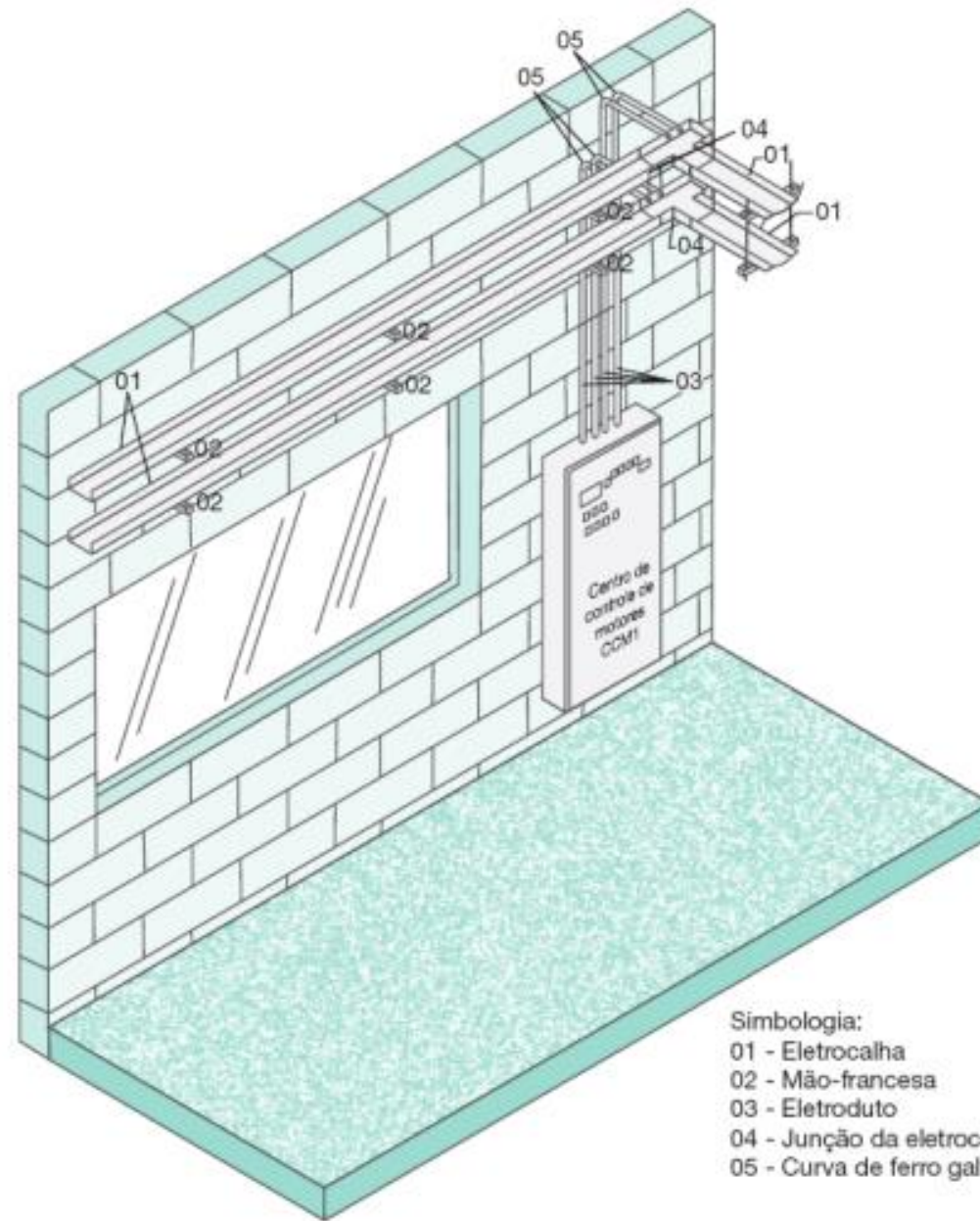
Dimensionamento do Eletroduto

Projeto de Instalação Elétrica em 3D (PV Térreo)



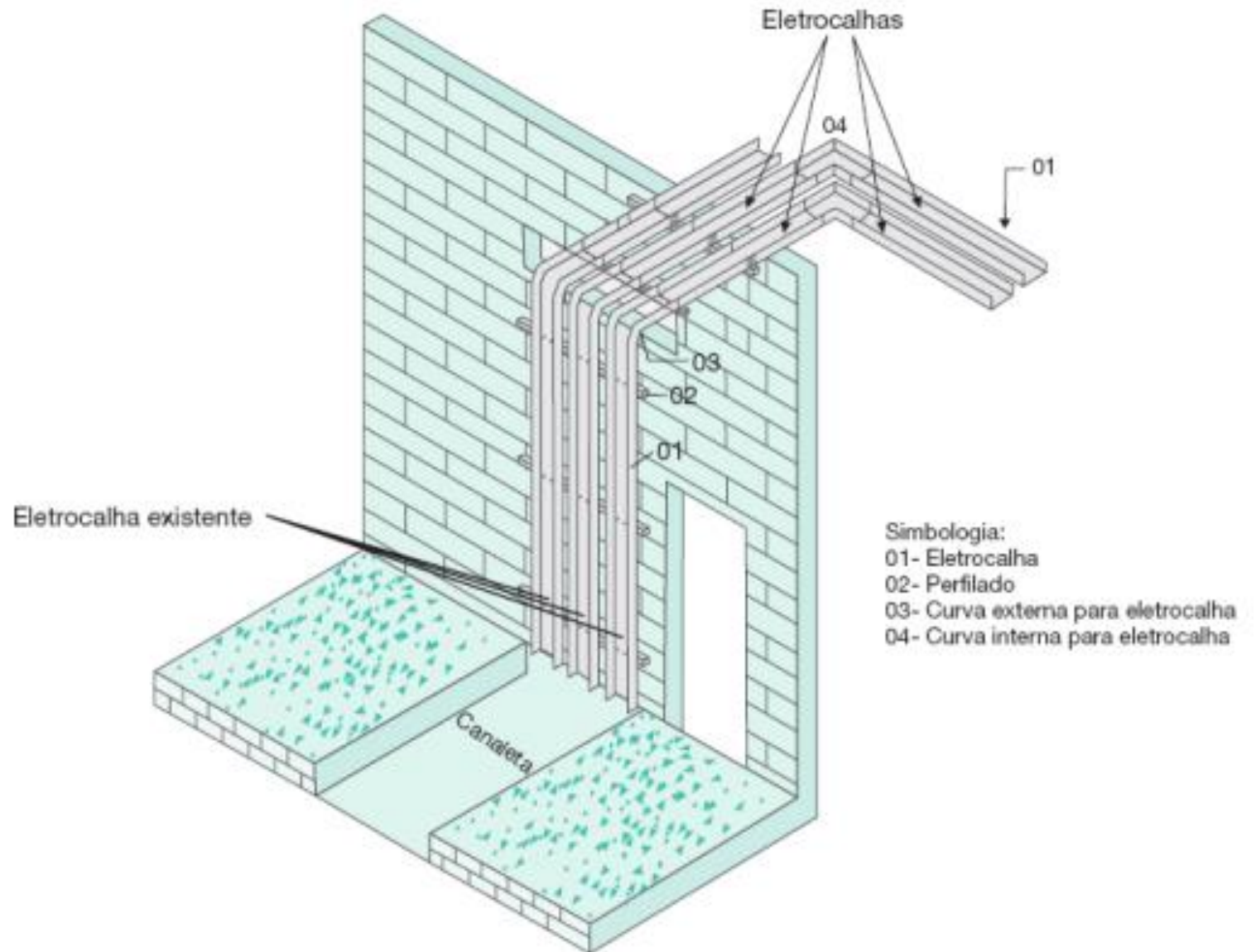
Eletroduto calhas

Leito (ou escada) para cabos



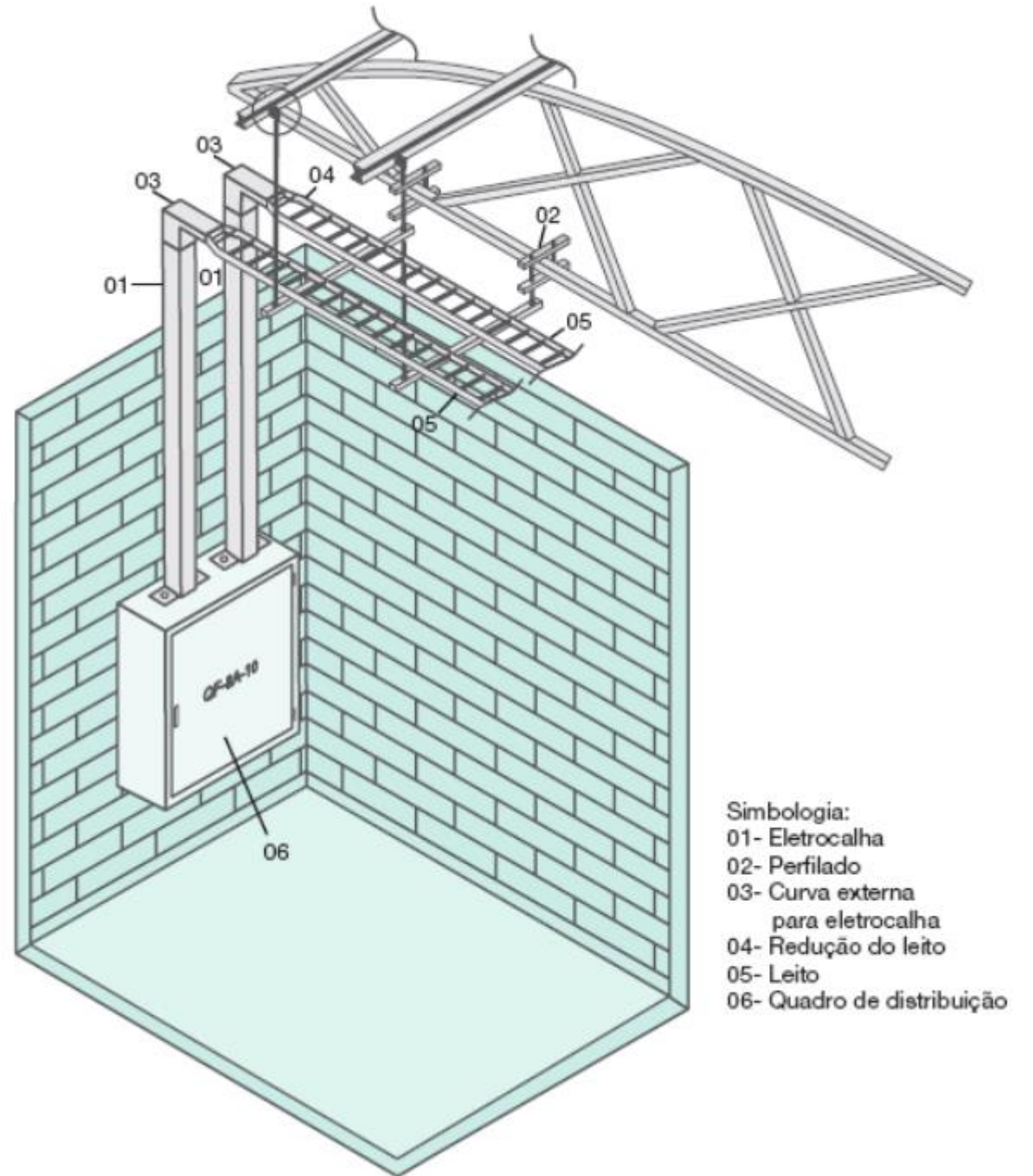
Eletroduto calhas

Instalação de eletrocalhas e canaletas no solo

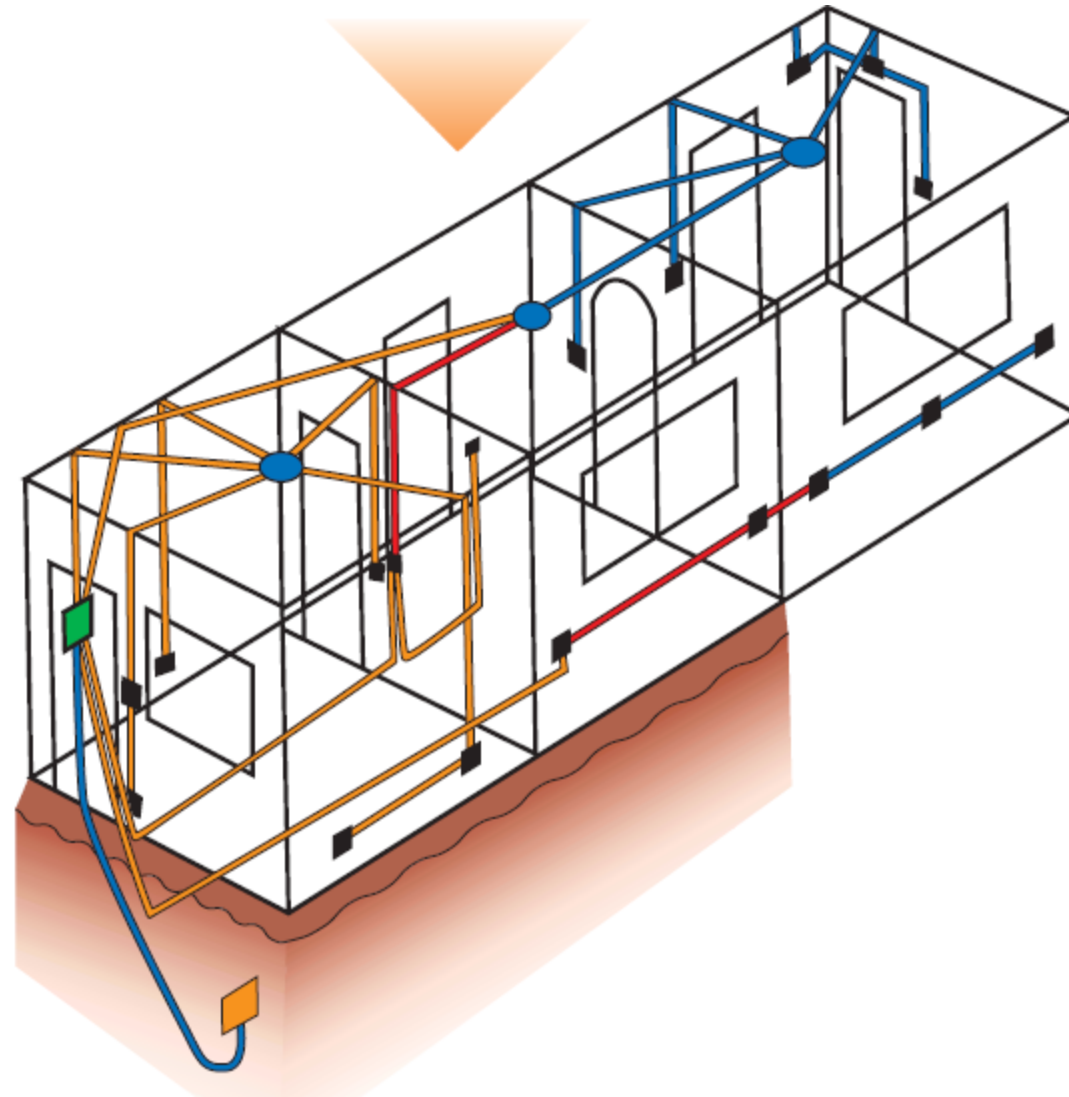


Eletroduto calhas

Fixação de leito na estrutura



Dimensionamento do Eletroduto



Dimensionamento do Eletroduto

A utilização de condutos fechados (eletrodutos) devem observar as seguintes exigências:

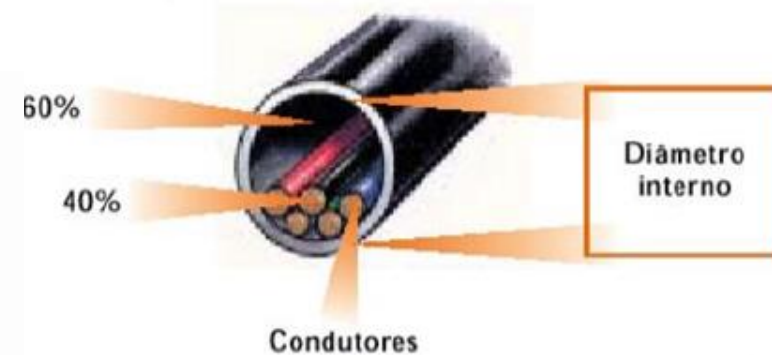
- Os circuitos devem **pertencer à mesma instalação** (mesmo Quadro);
- Os condutores devem (**ideal mas possível de variação**) ser semelhantes (intervalo de 3 seções normalizadas);
- Todos os condutores devem possuir a mesma **temperatura máxima**;
- Todos os **condutores** devem ser **isolados** para a **maior tensão nominal**;
- É vedado a utilização de eletrodutos que não sejam expressamente apresentados e comercializados como tal;
- A NBR 5410 somente permite a utilização de eletrodutos **não-propagantes de chama** e, quando embutidos, suportem os esforços de deformação característicos da técnica construtiva utilizada.
- Nos eletrodutos só devem ser instalados condutores isolados, cabos unipolares e multipolares.

Dimensionamento do Eletroduto

A dimensão dos eletrodutos deve permitir a **instalação e retirada** dos condutores.

Para que isso ocorra facilmente, a taxa de ocupação dos condutores em relação à seção dos eletrodutos deve ser a seguinte:

- 53% no caso de um condutor;
- 31% no caso de dois condutores;
- 40% no caso de três ou mais condutores;



Pode-se **calcular a área** de todos os condutores que passam dentro de cada trecho dos eletrodutos e comparar com todas as áreas dos eletrodutos disponíveis para conferir a taxa de ocupação máxima de 40%.

Dimensionamento do Eletroduto

Considerando esta informação, á tabela que fornece diretamente o tamanho do diâmetro do eletroduto:

Aplicado para condutores de **mesma seção**

Seção nominal (mm ²)	Número de condutores no eletroduto								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Tamanho nominal do eletroduto (mm)								
1,5	16	16	16	16	16	16	20	20	20
2,5	16	16	16	20	20	20	20	25	25
4	16	16	20	20	20	25	25	25	25
6	16	20	20	25	25	25	25	32	32
10	20	20	25	25	32	32	32	40	40
16	20	25	25	32	32	40	40	40	40
25	25	32	32	40	40	40	50	50	50
35	25	32	40	40	50	50	50	50	60
50	32	40	40	50	50	60	60	60	75
70	40	40	50	60	60	60	75	75	75
95	40	50	60	60	75	75	75	85	85
120	50	50	60	75	75	75	85	85	-
150	50	60	75	75	85	85	-	-	-
185	50	75	75	85	85	-	-	-	-
240	60	75	85	-	-	-	-	-	-

Prysmia, 2006.

Dimensionamento do Eletroduto

Para dimensionamento dos eletrodutos são necessárias as seguintes informações:

- Planta com a representação gráfica da fiação com as seções dos condutores elétricos;
 - Tabela do **fabricante** que especifica o tamanho do eletroduto.
- Com isso:
 - Contar o numero de condutores contidos no trecho;
 - Verificar qual é a **maior seção** destes condutores.

Dimensionamento do Eletroduto

- Os trechos contínuos de tubulação, sem interposição de caixas ou equipamentos, não devem exceder **15 m de comprimento** para **linhas internas** às edificações e **30 m** para as linhas em **áreas externas** às edificações, se os trechos forem retilíneos.
- Se os trechos incluírem curvas, o limite de 15 m e o de 30 m devem **ser reduzidos em 3 m para cada curva de 90°**.

Dimensionamento do Eletroduto

Seção do eletroduto

$$S_e = \frac{\pi}{4} [(D_e - \Delta D_e) - 2 \cdot E_p]^2$$

Onde:

S_e – seção total do eletroduto (mm²);

ΔD_e – Variação do diâmetro externo (mm);

D_e – diâmetro externo do eletroduto (mm);

E_p – espessura da parede do eletroduto (mm);

Dimensionamento do Eletroduto

Seção do Condutor

$$S_{cond.} = \frac{N_{cf} \cdot \pi \cdot D_{cf}^2}{4} + \frac{N_{cn} \cdot \pi \cdot D_{cn}^2}{4} + \frac{N_{cp} \cdot \pi \cdot D_{cp}^2}{4}$$

Onde:

$S_{cond.}$ – seção ocupada pelos condutores (mm²);

N_{cf} – Número de condutores fase;

N_{cn} – Número de condutores neutro;

N_{cp} – Número de condutores proteção;

D_{cf} – diâmetro externo dos condutores fase (mm);

D_{cn} – diâmetro externo dos condutores neutro (mm);

D_{cp} – diâmetro externo dos condutores proteção (mm);

Dimensionamento do Eletroduto

TABELA 3.47
Características dimensionais dos cabos

Seção Nominal (mm ²)	Condutor		Cabos Isolados		Cabos Unipolares	
	N.º de Fios	Diâmetro Nominal (mm)	Espessura da Isolação (mm)	Diâmetro Externo (mm)	Espessura da Isolação (mm)	Diâmetro Externo (mm)
1,50	7	1,56	0,7	3,0	1,0	5,50
2,50	7	2,01	0,8	3,7	1,0	6,00
4	7	2,55	0,8	4,3	1,0	6,80
6	7	3,00	0,8	4,9	1,0	7,30
10	7	3,12	1,0	5,9	1,0	8,00
16	7	4,71	1,0	6,9	1,0	9,00
25	7	5,87	1,2	8,5	1,2	10,80
35	7	6,95	1,2	9,6	1,2	12,00
50	19	8,27	1,4	11,3	1,4	13,90
70	19	9,75	1,4	12,9	1,4	15,50
95	19	11,42	1,6	15,1	1,6	17,70
120	37	12,23	1,6	16,5	1,6	19,20
150	37	14,33	1,8	18,5	1,8	21,40
185	37	16,05	2,0	20,7	2,0	23,80
240	61	18,27	2,2	23,4	2,2	26,70
300	61	20,46	2,4	26,0	2,4	29,50
400	61	23,65	2,6	29,7	2,6	33,50
500	61	26,71	2,8	33,3	2,8	37,30
630	61	29,26	3,0	36,2	3,0	40,25

Dimensionamento do Eletroduto

TABELA 3.46

Área dos eletrodutos rígidos ocupáveis pelos cabos

Eletrodutos Rígidos de PVC, do Tipo Rosqueado (DAISA) – NBR 6150										
Dimensões do Eletroduto						Área Ocupável pelos Cabos				
Tamanho	Rosca	Diâmetro Externo	Espessura da Parede		Área Útil		2 Cabos: 31%		> 3 Cabos: 40%	
			Classe A	Classe B	Classe A	Classe B	Classe A	Classe B	Classe A	Classe B
	pol	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
16	1/2	21,1 ± 0,3	2,50	1,80	196	232	60	71	79	93
20	3/4	26,2 ± 0,3	2,60	2,30	336	356	104	110	135	143
25	1	33,2 ± 0,3	3,20	2,70	551	593	170	183	221	238
32	1 1/4	42,2 ± 0,3	3,60	2,90	945	1.023	282	317	378	410
40	1 1/2	47,8 ± 0,4	4,00	3,00	1.219	1.346	377	417	488	539
50	2	59,4 ± 0,4	4,60	3,10	1.947	2.189	603	678	779	876
65	2 1/2	75,1 ± 0,4	5,50	3,80	3.186	3.536	987	1.096	1.275	1.415
80	3	88 ± 0,4	6,20	4,00	4.441	4.976	1.396	1.542	1.777	1.990
100	4	114,3 ± 0,4	–	5,00	–	8.478	–	2.628	–	3.391
Eletrodutos Rígidos de Aço–Carbono – NBR 5597										
Tamanho	Rosca	Diâmetro Externo	Espessura da Parede		Área Útil		2 Cabos: 31%		> 3 Cabos: 40%	
			Extra	Pesada	Extra	Pesada	Extra	Pesada	Extra	Pesada
	pol	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²	mm ²
10	3/8	17,1 ± 0,38	2,25	2,00	118	127	36	40	47	51
15	1/2	21,3 ± 0,38	2,65	2,25	192	212	60	65	77	85
20	3/4	26,7 ± 0,38	2,65	2,25	347	374	107	115	139	150
25	1	33,4 ± 0,38	3,00	2,65	573	604	177	187	230	242
32	1 1/4	42,2 ± 0,38	3,35	3,00	969	1.008	300	312	388	403
40	1 1/2	48,3 ± 0,38	3,35	3,00	1.334	1.380	413	427	534	552
50	2	60,3 ± 0,38	3,75	3,35	2.158	2.225	668	689	963	890
65	2 1/2	73,0 ± 0,64	4,50	3,75	3.153	3.304	977	1.024	1.261	1.321
80	3	88,9 ± 0,64	4,75	3,75	4.871	5.122	1.510	1.584	1.948	2.044
90	3 1/2	101,6 ± 0,64	5,00	4,25	6.498	6.714	2.014	2.081	2.600	2.686
100	4	114,3 ± 0,64	5,30	4,25	8.341	8.685	2.585	2.692	3.336	3.474
125	5	141,3 ± 1	6,00	5,00	12.608	13.334	3.908	4.133	5.043	5.333
150	6	168,3 ± 1	6,30	5,30	18.797	19.286	5.827	5.978	7.519	7.714

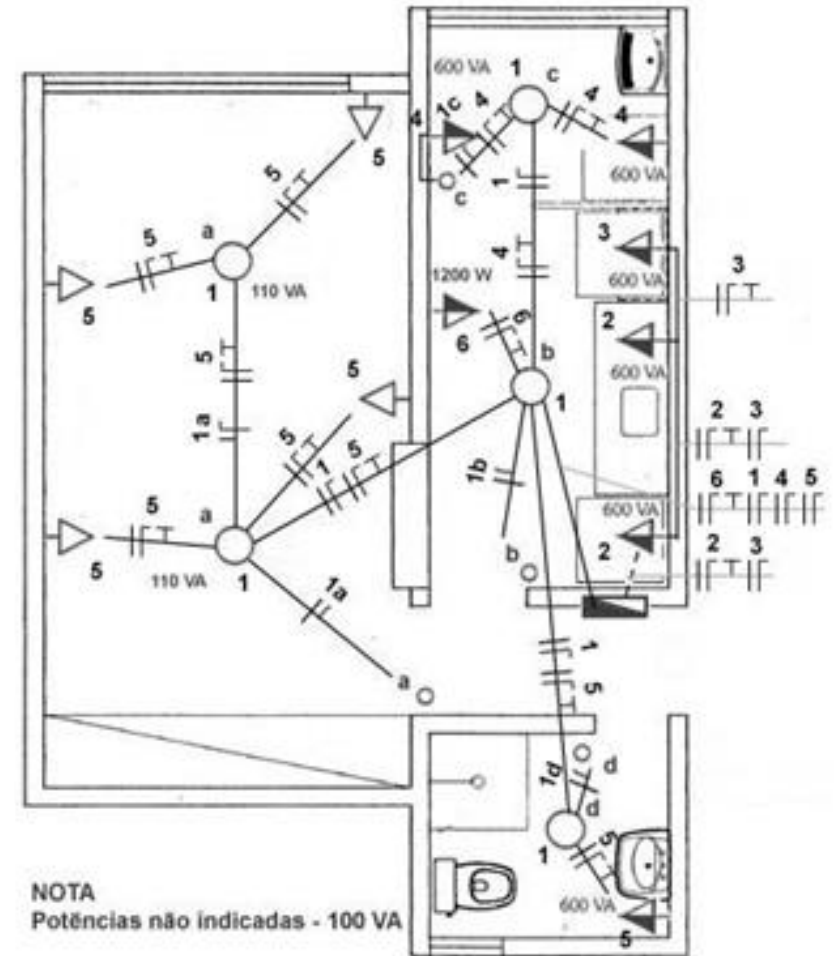
Dimensionamento do Eletroduto

Exemplo:

Dimensionar o trecho do eletroduto de PVC, entre o QD e o ponto de luz no teto (segmento mais crítico).

- Circuito 1 de iluminação = 1 fase e 1 neutro e 1 terra de seção de 1,5 mm²
- Circuito 4, 5 das TUG e 6 da TUE = 3 fases, 3 neutros e 1 terra de seção de 2,5 mm²

$$S_{cond.} = \frac{N_{cf} \cdot \pi \cdot D_{cf}^2}{4} + \frac{N_{cn} \cdot \pi \cdot D_{cn}^2}{4} + \frac{N_{cp} \cdot \pi \cdot D_{cp}^2}{4}$$



Dimensionamento do Eletroduto

Exemplo:

$$S_{cond.} = \frac{N_{cf} \cdot \pi \cdot D_{cf}^2}{4} + \frac{N_{cn} \cdot \pi \cdot D_{cn}^2}{4} + \frac{N_{cp} \cdot \pi \cdot D_{cp}^2}{4}$$

$$S_{c1,c4,5,6} = \frac{1 \cdot \pi \cdot 5,5^2}{4} + \frac{1 \cdot \pi \cdot 5,5^2}{4} + \frac{1 \cdot \pi \cdot 5,5^2}{4} + \\ + \frac{3 \cdot \pi \cdot 6^2}{4} + \frac{3 \cdot \pi \cdot 6^2}{4} + \frac{1 \cdot \pi \cdot 6^2}{4} \cong 270,50 \text{ mm}^2$$

$$D_e = 1 \frac{1}{4} \text{ pol}$$

Eletroduto de PVC

REVISÃO

- Barramento
- Conduitos
- Dimensionamento