



CONDUTORES E CABOS DE ENERGIA

J. Neves dos Santos

FEUP

Novembro 2005

Agradecimentos

O autor agradece ao Sr. José António Nogueira, do Secretariado da Secção de Energia, pelo excelente trabalho desenvolvido na dactilografia do texto e no desenho das figuras.

O autor agradece, ainda, às empresas, Legrand, Cabelte, Cunha Barros e Solidal, a disponibilização de material didáctico diverso, de onde foram, nomeadamente, retirados alguns dos quadros, tabelas ou figuras, reproduzidos neste trabalho.

ÍNDICE

1. Conceitos e Definições.
 - 1.1. Condutores e Cabos.
 - 1.2. Acessórios.
 - 1.3. Canalizações Eléctricas.
2. Tipos de Canalizações Eléctricas Fixas.
 - 2.1. Canalizações Fixas à Vista.
 - 2.2. Canalizações Fixas Ocultas.
3. Constituição dos Condutores Isolados e Cabos de Energia.
 - 3.1. Alma Condutora.
 - 3.2. Camada Isolante (ou Isolação).
 - 3.3. Comparação dos Materiais Isolantes Sintéticos mais Comuns.
 - 3.4. Semi-condutores.
 - 3.5. Revestimentos Metálicos.
 - 3.6. Revestimentos Não Metálicos (Bainhas).
 - 3.7. O Processo de Fabrico de Cabos Eléctricos: Breve Referência.
4. Características Eléctricas Lineares
 - 4.1 Resistência Linear.
 - 4.2 Indutância Linear.
 - 4.3 Capacidade Linear.
5. Designação de Condutores Isolados e Cabos de Energia.
 - 5.1. Designação Segundo a Norma NP665.
 - 5.2. Constituição de Alguns Cabos Codificados Conforme a Norma NP665.
 - 5.3. Designação Segundo a Norma NP2361.
 - 5.4. Constituição de Alguns Cabos Codificados Conforme a Norma NP2361.
 - 5.5. Designação Segundo a Norma NP889.
6. Intensidade de Corrente Máxima Admissível numa Canalização.
 - 6.1. Estabelecimento da Expressão da Corrente Máxima Admissível num Cabo em Regime Permanente.
 - 6.2 Tabelas de Intensidades de Corrente Máximas Admissíveis.
 - 6.3. Factores de Correção.
7. Cabos Ignífugos: Breve Referência.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO1: Características Dimensionais de Alguns Cabos de Energia de Utilização Comum em Baixa Tensão.

ANEXO 2: Características Técnicas de Cabos de Energia de Utilização Comum em Média Tensão (MT) e Alta Tensão (AT).

ANEXO 3: Cabos de Energia de Baixa Tensão Mais Correntemente Usados e suas Aplicações.

ANEXO 4: Cabos de Telecomunicações.

ANEXO 5: Condutores Nus para as Redes de Transporte e Distribuição de Energia.

ANEXO 6: Tabelas de Intensidades de Corrente Máximas Admissíveis para Diferentes tipos de Cabos.

6.A.: Tabelas de Conjunto.

6.B.: Tabelas Detalhadas de Cabos de Cobre.

6.C.: Tabelas Detalhadas de Cabos de Alumínio.

6.D.: Tabelas de Cabos em Torçada.

6.E.: Tabelas de Cabos para Média Tensão e Alta Tensão.

ANEXO 7: Tabelas de Factores de Correção.

BIBLIOGRAFIA

- I. Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão, Edição DGE, 1990.
- II. Regulamento de Segurança de Instalações de Utilização de Energia Eléctrica (RSIUEE), Decreto-Lei nº 740/74 de 26 de Dezembro de 1974.
- III. Guia Técnico da Solidal, 7ª Edição, 2001.
- IV. Catálogos dos seguintes fabricantes de cabos: *Cabelte, Cunha Barros, Solidal*.
- V. Catálogo de *Sistemas para Instalações Eléctricas e Redes de Informação*, Edição *Legrand*, 2003/2004.
- VI. Cabos de Energia Ignífugos, Eng^a Marcela Teixeira (Cabelte), ISEP Jornadas Electrotécnicas 2005, Março 2005.

1. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

1.1. CONDUTORES E CABOS

- **ALMA CONDUTORA (de um condutor isolado ou cabo)**
 - Elemento destinado à condução eléctrica, podendo ser constituído por:
 - Um fio (condutor unifilar ou simplesmente fio);
 - Um conjunto de fios devidamente reunidos e não isolados entre si (condutor multifilar);
 - Perfis adequados (caso de almas condutoras sectoriais maciças).
- **CONDUTOR (em sentido lato)**
 - Designação que abrange os condutores nus, os condutores isolados e os cabos.
- **CONDUTOR ISOLADO**
 - Alma condutora revestida de uma ou mais camadas de material isolante, que asseguram o seu isolamento eléctrico (ver figura 1).

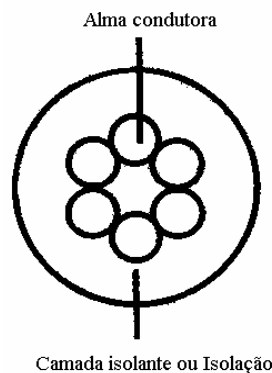


Fig. 1: Condutor Isolado.

- **CONDUTOR NU**
 - Condutor que não possui qualquer isolamento eléctrico exterior: condutor próprio para linhas aéreas ou condutor com a forma de barra, tubo, vareta ou outro perfil adequado (usado, por exemplo, em postos de transformação) - ver figura 2.



Fig. 2: Alguns Tipos de Perfis.

• **ISOLANTE / ISOLAMENTO / ISOLAÇÃO / ISOLADOR**

- Estas quatro palavras, embora parecidas, traduzem conceitos diferentes que convém não confundir:
 - ISOLANTE: Refere-se a um material com características isolantes;
 - ISOLAMENTO: Refere-se à performance de um determinado isolante; é uma característica, melhor ou pior, de um material;
 - ISOLAÇÃO: Refere-se à camada isolante de um condutor isolado ou cabo;
 - ISOLADOR: Refere-se a um equipamento usado como apoio de condutores.
- Exemplos de aplicação em linguagem corrente:
 - “Hoje em dia, os isolantes têm excelentes características”;
 - “O material usado para revestir o equipamento...garante um bom isolamento”;
 - “A isolação do cabo tem uma espessura de alguns milímetros”;
 - “Os isoladores de porcelana são usados em vários casos”.

• **CABO ISOLADO ou simplesmente CABO**

- Dois casos podem ser considerados (figuras 3a) e 3b)):
 - a) Condutor isolado dotado de revestimento exterior (cabo unipolar ou monopolar ou monocondutor); O revestimento exterior pode consistir de várias camadas (baínhas) com diferentes funções.
 - b) Conjunto de condutores isolados, devidamente agrupados, providos de uma envolvente comum (cabo multipolar).

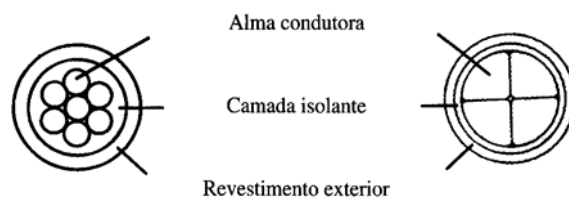


Fig. 3a: Cabo Unipolar.

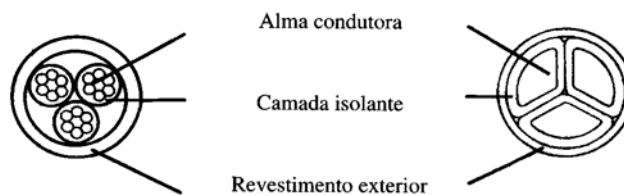


Fig. 3b: Cabo Tripolar.

- **TORCADA**

- Conjunto de condutores isolados agrupados em feixe. São largamente usados nas redes aéreas de distribuição de energia em baixa tensão – têm vindo a substituir, com vantagem, os sistemas com condutores nus apoiados em isoladores, tradicionalmente usados.
- Há duas variantes de grande aplicação: sem neutro tensor e com neutro tensor.
- O sistema sem neutro tensor é o mais usado em Portugal e consiste num feixe de condutores de igual secção, tanto para o neutro como para as fases. A alma condutora é multifilar. O esforço de tracção aplicado sobre o cabo é suportado pelos condutores principais.



Fig. 4: Torçada: Sistema Sem Neutro Tensor (cabos LXS e XS).

- **CONDUTOR ACTIVO**

- Condutor afecto à condução da corrente eléctrica. Em corrente alternada, os condutores activos são os condutores de fase e o condutor neutro.

- **CONDUTOR DE PROTECCÃO**

- Condutor não activo, destinado a integrar as massas de uma instalação no circuito de protecção. O circuito de protecção é o conjunto dos condutores de protecção, eléctrodos de terra, dispositivos de protecção e suas ligações.

- **CONDUTOR GERAL DE PROTECCÃO (CONDUTOR DE TERRA)**

- Condutor destinado a assegurar a ligação entre um ponto de uma instalação e o eléctrodo de terra.

- **CONDUTOR DE CONTINUIDADE**

- Condutor destinado, exclusivamente, a ligar elementos condutores estranhos às instalações eléctricas, entre si e ao circuito de protecção, a fim de assegurar a sua equipotencialidade e continuidade eléctricas.

1.2. ACESSÓRIOS

- **LIGADOR**

- Dispositivo destinado a ligar, eléctrica e mecanicamente, dois ou mais condutores, ou um condutor a um aparelho.

- **TUBO**

- Invólucro de secção recta contínua, circular ou não, destinado, em regra, à protecção de condutores isolados ou cabos.

- **CONDUTA**

- Invólucro de secção recta descontínua, destinado à protecção de condutores nus (apoiados em isoladores), condutores isolados ou cabos, podendo ser fechado por uma superfície amovível.

1.3 CANALIZAÇÕES ELÉCTRICAS

• CANALIZAÇÃO ELÉCTRICA

- Conjunto constituído por um ou mais condutores e pelos elementos que asseguram o seu isolamento eléctrico, as suas protecções mecânicas, químicas e eléctricas, e a sua fixação, devidamente agrupados e com aparelhos de ligação comuns.
- Alguns exemplos de canalizações eléctricas:
 - ✓ Cinco condutores isolados dentro de um tubo embebido numa parede, constituindo o conjunto um circuito trifásico (três fases, neutro e condutor de protecção);
 - ✓ Um cabo multipolar dentro de um tubo ou conduta;
 - ✓ Quatro cabos unipolares, cada um deles dentro de um tubo individual, constituindo o conjunto um circuito trifásico (três fases e neutro);
 - ✓ Quatro condutores isolados dentro de um tubo, constituindo o conjunto um circuito monofásico (condutores em paralelo).
- Algumas disposições regulamentares (RSIUEE) sobre canalizações:
 - ✓ Deverão ser empregados condutores isolados ou cabos, salvo casos excepcionais (artº 177);
 - ✓ Os condutores de uma canalização deverão ser todos da mesma tensão nominal (artº 187);
 - ✓ Os condutores do mesmo circuito, deverão fazer parte da mesma canalização (artº 188);
 - ✓ Uma canalização apenas poderá comportar condutores pertencentes ao mesmo circuito (artº 189);
- A secção nominal do condutor neutro (N) deverá ser igual à secção dos condutores de fase, para secções nominais iguais ou inferiores a 10 mm². Para secções nominais superiores, a secção nominal do condutor neutro, não deverá ser inferior à indicada no quadro seguinte (artº 179 do RSIUEE):

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Fase | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 | 400 | 500 | 630 | 800 |
| N | 10 | 16 | 16 | 25 | 35 | 50 | 70 | 70 | 95 | 120 | 150 | 185 | 240 | 300 | 400 |

Quadro 1

- Cores de identificação dos condutores isolados e respectiva ordem sequencial: O sistema em vigor actualmente (cf. primeiras quatro colunas do quadro seguinte) deverá ser substituído, o mais tardar até 2006-04-01, por um novo código (cf. últimas duas colunas do quadro seguinte):

| Composição/ Número de condutores isolados | Código de cores actual | | | | Novo código de cores (HD 308.S2) | |
|--|------------------------|------------|----------------------|------------|----------------------------------|------------|
| | Condutores rígidos | | Condutores flexíveis | | Condutores rígidos e flexíveis | |
| | C/cond.V/A | S/cond.V/A | C/cond.V/A | S/cond.V/A | C/cond.V/A | S/cond.V/A |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | | | | | | |

Legenda de Cores : P=Preto; C= Castanho; A= Azul; V= Verde-Amarelo; Z= Cinza)

Quadro 2: Cores dos Condutores Isolados e Respectiva Ordem Sequencial.

- **CANALIZAÇÃO FIXA**

- Canalização estabelecida de forma inamovível sem recurso a meios especiais. Normalmente é constituída por condutores rígidos.

- **CANALIZAÇÃO AMOVÍVEL**

- Canalização não fixa destinada a alimentar, em regra, aparelhos móveis ou portáteis. Normalmente é constituída por condutores flexíveis.

- **CANALIZAÇÃO À VISTA**

- Canalização visível, sem necessidade de retirar qualquer parte da construção sobre que está estabelecida.

- **CANALIZAÇÃO OCULTA**

- Canalização que não é visível ou que não é acessível sem remoção de qualquer elemento do meio em que se encontra.

2. TIPOS DE CANALIZAÇÕES ELÉCTRICAS FIXAS

2.1. CANALIZAÇÕES FIXAS À VISTA

Seguindo a classificação encontrada no RSIUEE (artºs 195 a 240), são indicados, a seguir, os principais tipos de canalizações à vista que podem ser encontrados em instalações eléctricas:

- A.** Canalizações constituídas por condutores nus rígidos estabelecidos sobre isoladores:
- Podem ser encontradas em instalações afectas a serviços técnicos ou em instalações industriais (por exemplo, alimentação de fornos).
- B.** Canalizações constituídas por condutores isolados ou cabos, rígidos, protegidos por tubos:
- Muito vulgares em instalações em que o aspecto estético não seja prioritário, como por exemplo em pavilhões industriais ou garagens;
 - A fixação dos tubos às superfícies de apoio deverá ser feita por meio de abraçadeiras apropriadas;
 - Os tubos estão sujeitos a diâmetros mínimos, em função da secção nominal e do número de condutores (cf. artº 207 RSIUEE).
- C.** Canalizações constituídas por cabos rígidos dotados de uma bainha reforçada ou de duas bainhas:
- Também aqui, a utilização corrente é em locais em que o aspecto estético não tem grande relevância;
 - A fixação dos cabos às superfícies de apoio pode ser feita por abraçadeiras; em alternativa, os cabos podem ser assentes sobre prateleiras ou outros suportes adequados.
- D.** Canalizações constituídas por cabos flexíveis:
- Caso muito particular que pode ser encontrado na alimentação de certos tipos de candeeiros de tecto.
- E.** Canalizações constituídas por condutores isolados ou cabos, protegidos por condutas:
- A dimensão da secção recta das condutas deve ser suficientemente folgada, de forma a garantir que o somatório das secções dos condutores isolados, ou cabos, não exceda 40% daquela secção (segundo o estipulado no artº. 235 RSIUEE);

- Nas figuras 7a a 7e, são apresentados alguns tipos de condutas de utilização corrente, de um determinado fabricante.

F. Canalizações pré-fabricadas:

- São canalizações de fabrico em série, isto é, montadas em fábrica, contendo, numa conduta ou invólucro, os elementos condutores (barras) separados e suportados por elementos isolantes.
- Este tipo de solução é muito usado no comércio (por exemplo em hipermercados), indústria ou serviços, quer para a distribuição da iluminação quer para a distribuição de potência.
- Canalizações pré-fabricadas para distribuição de iluminação:
 - ✓ Permitem o suporte e alimentação dos aparelhos de iluminação (ver figura 5);
 - ✓ Normalmente, são realizadas com 2 (um circuito) a 8 (mais do que um circuito) condutores activos e condutor de protecção eléctrica (condutor PE);
 - ✓ Estão disponíveis com intensidades nominais diversas;
 - ✓ Permitem derivações de 6 A, 10 A e/ou 16 A (valores mais comuns);
 - ✓ São montadas pela união de vários elementos pré-fabricados, com comprimentos, tipicamente, entre 2 m e 3 m.

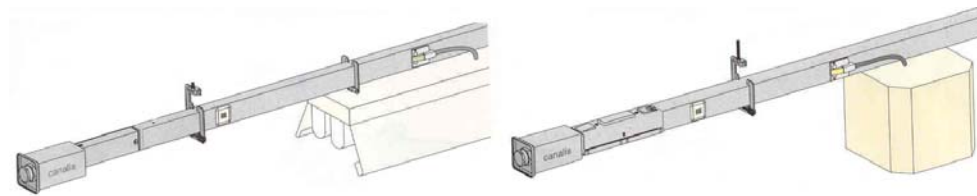


Fig. 5: Canalizações Pré-fabricadas para Distribuição da Iluminação.

- Canalizações pré-fabricadas para distribuição de potência:
 - ✓ Normalmente, são realizadas com 4 condutores activos mais condutor de protecção eléctrica;
 - ✓ Estão disponíveis com intensidades nominais diversas, cobrindo, tipicamente, a gama entre 40 A e 100A;
 - ✓ Para a distribuição de média potência, encontramos, ainda, no mercado, canalizações entre 100 A e 800 A;
 - ✓ São montadas pela união de vários elementos pré-fabricados – com comprimentos, tipicamente, entre 2 m e 3 m – e outros acessórios (ver figura 6).

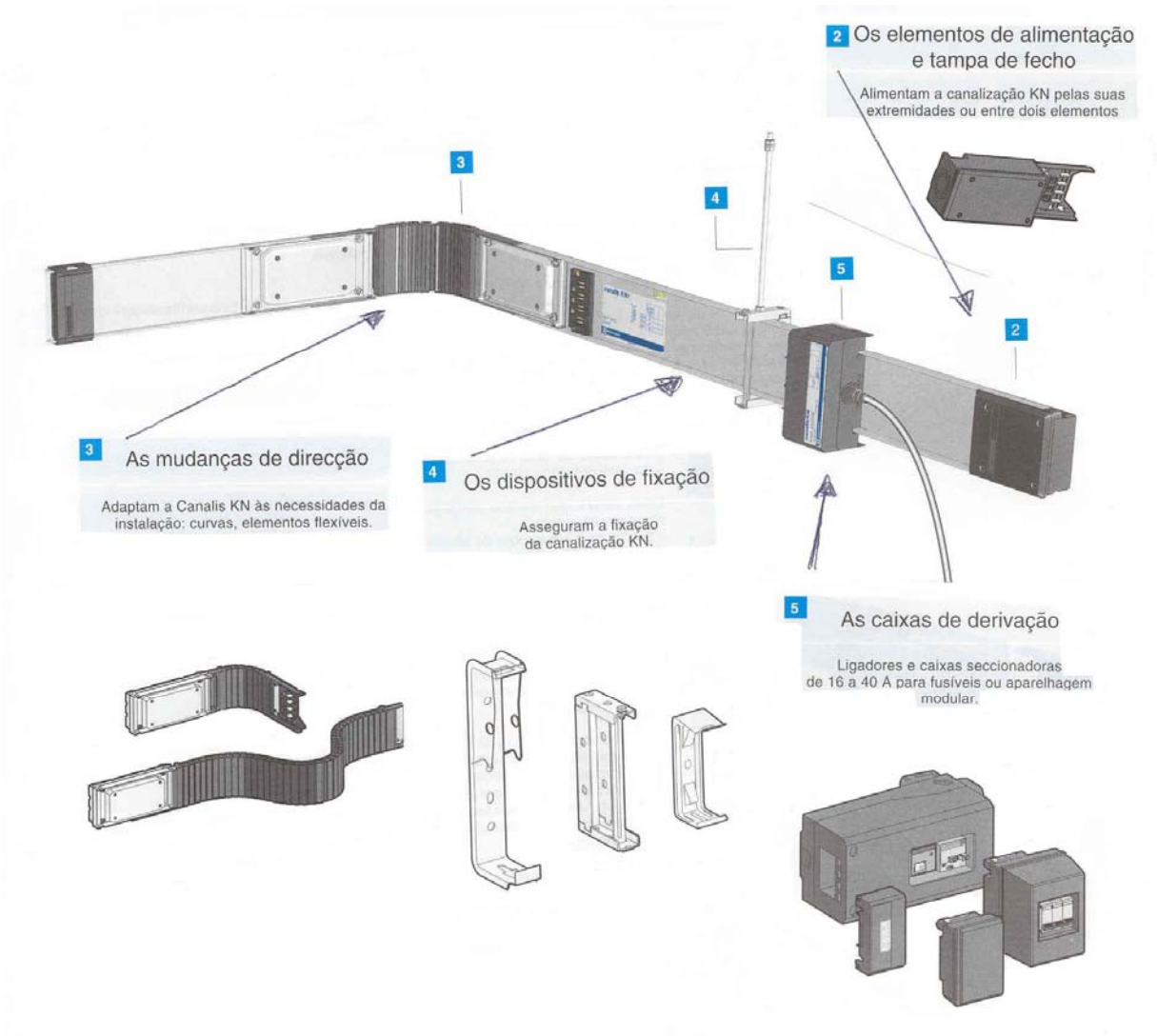


Fig. 6: Canalizações Pré-fabricadas para Distribuição de Potência.



Fig. 7a: Canalizações com Utilização de Conduitas: Mini-calhas Autocolantes.

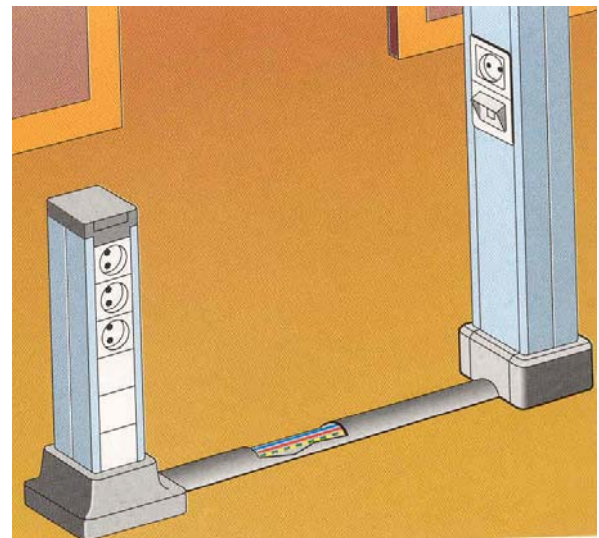
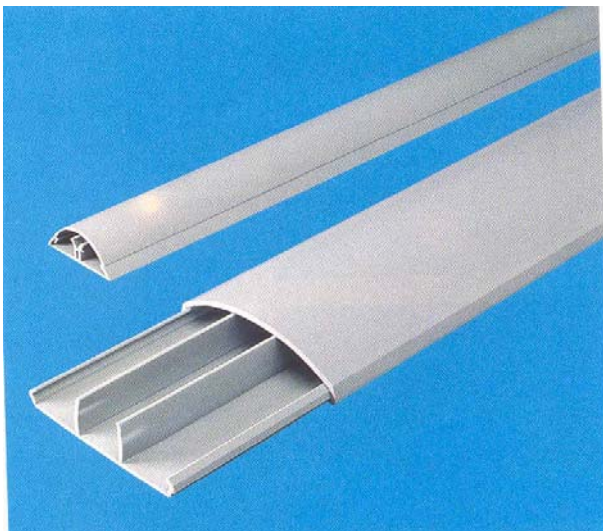


Fig. 7b: Canalizações com Utilização de Conduitas: Calhas de Passagem de Chão (*Muito usadas para protecção mecânica de cabos de energia, telefónicos, de informática, e outros, quer nos locais de passagem, quer para alimentação, pelo solo, de colunas e mini-colunas de distribuição*).

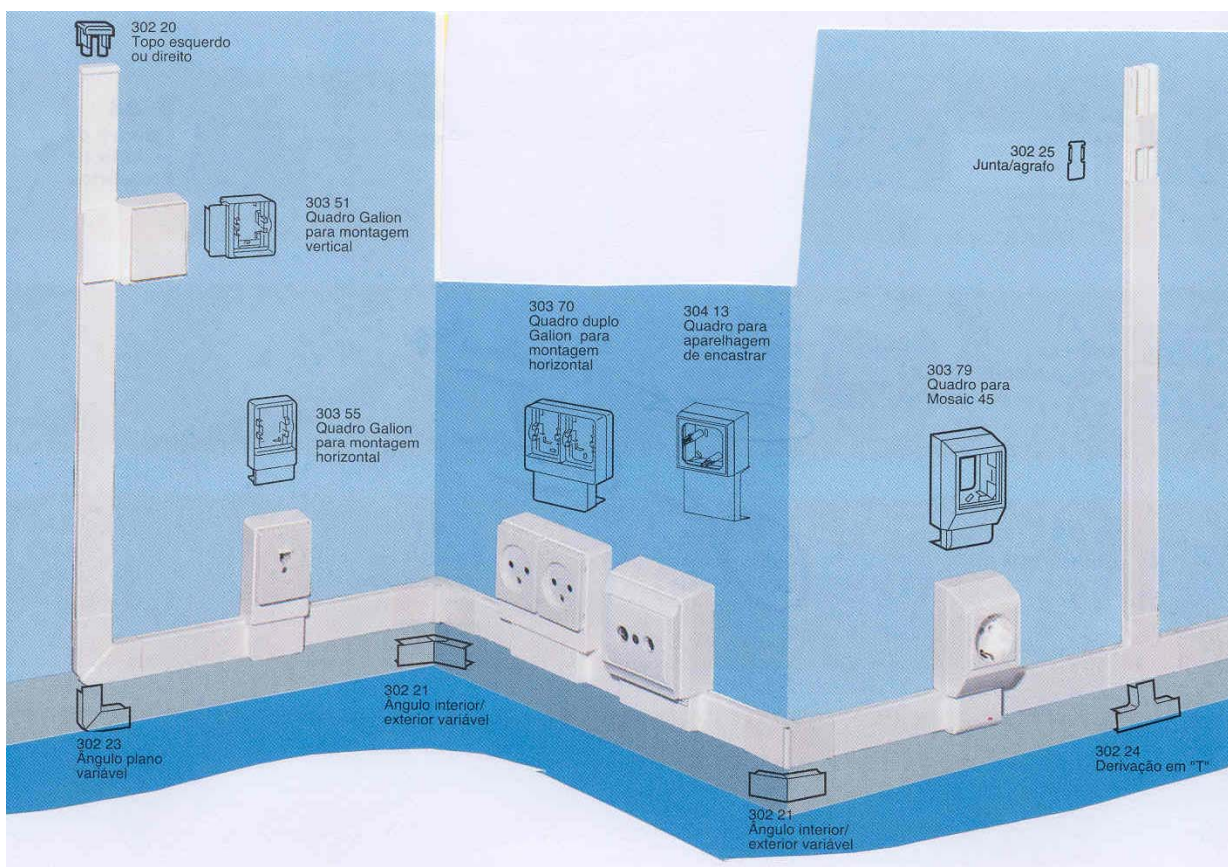


Fig. 7c: Canalizações com Utilização de Condutas: Calhas para Rodapés e Paredes (Designadas por Molduras).

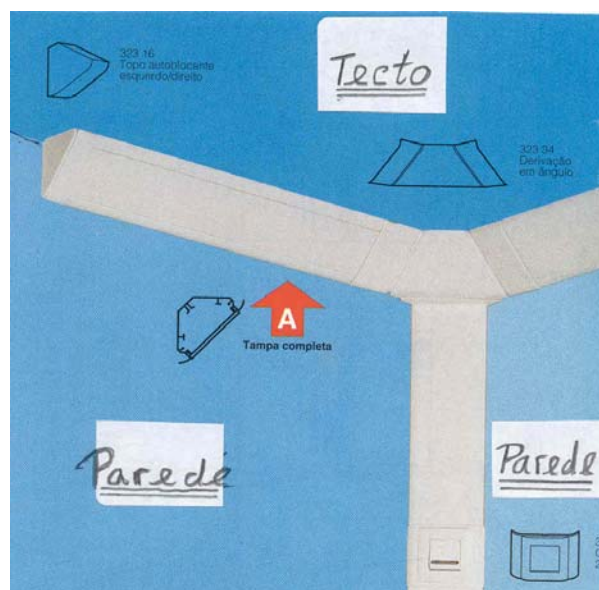


Fig. 7d: Canalizações com Utilização de Condutas: Calhas para Tectos.



Fig. 7e: Canalizações com Utilização de Condutas: Soluções Integradas.

2.2. CANALIZAÇÕES FIXAS OCULTAS

Podemos ter diferentes tipos de canalizações fixas ocultas (a classificação pode ser encontrada nos artºs 241 a 274 do RSIUEE). Eis alguns desse tipos:

A. Canalizações embebidas constituídas por condutores isolados ou cabos, rígidos, protegidos por tubos:

- As canalizações são embebidas em paredes, tectos e pavimentos;
- Este tipo de canalização é muito comum em instalações de locais residenciais ou de uso profissional;
- Os tubos estão sujeitos a diâmetros mínimos, em função da secção nominal e do número de condutores (cf. artº 243 R.S.I.U.E.E);
- Os tubos mais usados são o *tubo anelado* (ver figura 8) e o *tubo VD* (ver figura 9).
- O *tubo anelado* é fornecido ao rolo, com guia de enfiamento de condutores; o material de construção é, habitualmente, o polipropileno, com acabamento em cor cinzenta; no Quadro 3 são apresentadas as características dimensionais deste tipo de tubo;
- O *tubo VD* é fornecido, normalmente, em varas de 3 metros; o material de construção é o PVC, com acabamento em cor creme; no Quadro 4 são apresentadas as características dimensionais deste tipo de tubo;
- Para a correcta montagem dos tubos VD, estão disponíveis acessórios diversos, como, curvas, uniões, boquilhas com porca, colas para PVC e molas para dobragem de tubos;
- Hoje em dia, é possível dispor no mercado de *tubo anelado pré-cablado* (ver figura 10), o qual permite uma redução significativa de mão-de-obra de instalação, mas requer cuidados muito especiais, em obra, para evitar a danificação dos condutores.



Fig. 8: Tubo Anelado.



Fig. 9: Tubo VD.



Fig. 10: Tubo Anelado Pré-cablado.

| Nº de metros da embalagem | Díâmetro exterior em mm |
|---------------------------|-------------------------|
| 100 | 16 |
| 100 | 20 |
| 100 | 25 |
| 50 | 32 |
| 50 | 40 |
| 50 | 50 |
| 25 | 63 |

Quadro 3: Características Dimensionais do *Tubo Anelado*.

| Tubo | Ø int. min (mm) | Ø ext. min (mm) | Peso (g/m) |
|--------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| VD 12 | 9,2 | 12 | 60 |
| VD 16 | 13,0 | 16 | 89 |
| VD 20 | 16,9 | 20 | 117 |
| VD 25 | 21,4 | 25 | 175 |
| VD 32 | 27,8 | 32 | 247 |
| VD 40 | 35,4 | 40 | 322 |
| VD 50 | 44,3 | 50 | 387 |
| VD 63 | 56,5 | 63 | 640 |
| VD 75 | 67,7 | 75 | 824 |
| VD 90 | 81,9 | 90 | 1081 |
| VD 110 | 101,1 | 110 | 1475 |

Quadro 4:Características Dimensionais do *Tubo VD*.

B. Canalizações estabelecidas em espaços ociosos de construções (tectos, paredes ou pavimentos):

- Por precaução, as canalizações só podem ser estabelecidas depois de terminados os trabalhos de construção civil;
- Uma prática construtiva muito comum é o aproveitamento dos tectos falsos para colocar *caminhos de cabos*, os quais são usados para pousar os cabos (ver figuras 7e e 11).

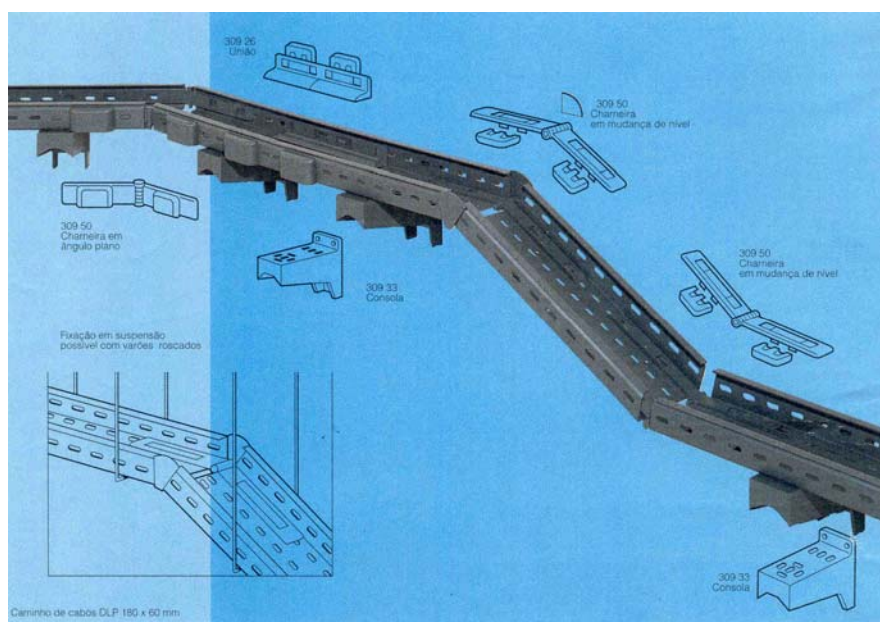


Fig. 11: Caminhos de Cabos.

C. Canalizações estabelecidas em caleiras:

- Entende-se por caleira, um canal feito num pavimento e dotado de tampa amovível (ver figura 12);
- Um exemplo corrente de aplicação de caleiras é nos Postos de Transformação – nomeadamente no trajecto entre o lado de baixa tensão do transformador e o Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) – em que são normalmente usadas tampas em chapa metálica.

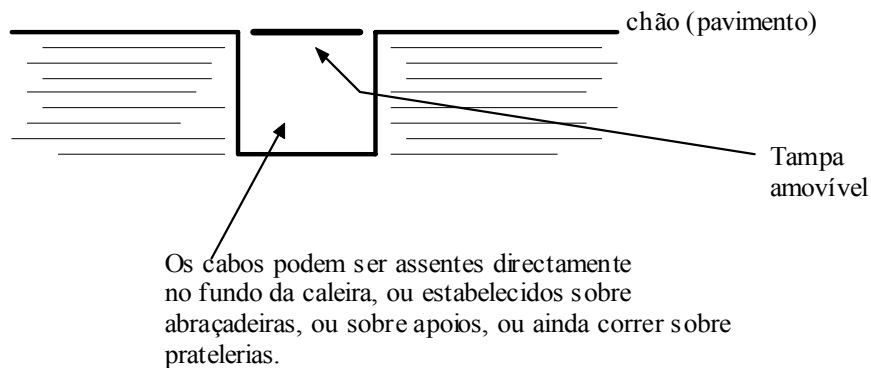


Fig. 12: Corte de Caleira.

D. Canalizações estabelecidas em galerias inacessíveis:

- Entende-se por galeria inacessível, um espaço fechado cujas dimensões não permitem circular no mesmo, mas que é dotado de aberturas apropriadas destinadas a permitir o acesso às canalizações – existência de *câmaras de visita* (ver figura 13);
- As câmaras de visita devem ficar localizadas, se possível, nas mudanças de direcção, de forma a permitir o fácil enfiamento e desenfiamento dos cabos.

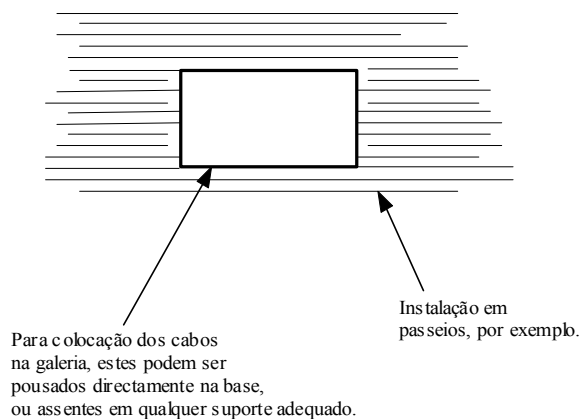


Fig. 12: Corte de Galeria.

E. Canalizações subaquáticas:

- As canalizações podem, simplesmente, ser assentes sobre o fundo dos locais submersos, devendo todavia ser lastradas de forma a não se afastarem do local de assentamento;
- Neste tipo de canalizações não deverão empregar-se cabos de características inferiores às dos classificados sob o código 305200 (sobre o significado deste código, ver à frente o Capítulo 4.5).

F. Canalizações enterradas:

- Neste tipo de canalização há algumas restrições ao tipo de cabos permitidos. Assim, não deverão empregar-se cabos de características inferiores às dos classificados sob o código 305200 (no caso geral) ou 307210 (nas vias públicas);
- A colocação das canalizações pode ser feita, essencialmente, de três modos distintos:
 - ✓ Canalizações assentando directamente no solo, com a exigência de serem usados cabos armados;
 - ✓ Canalizações enfiadas em caleiras de betão (manilhas);
 - ✓ Canalizações enfiadas em tubos de material termoplástico ou de fibrocimento.
- Nas figuras seguintes (Figuras 13a, 13b e 13c) são ilustrados estes três modos de instalação:



Fig. 13a: Canalização Colocada Directamente no Solo.

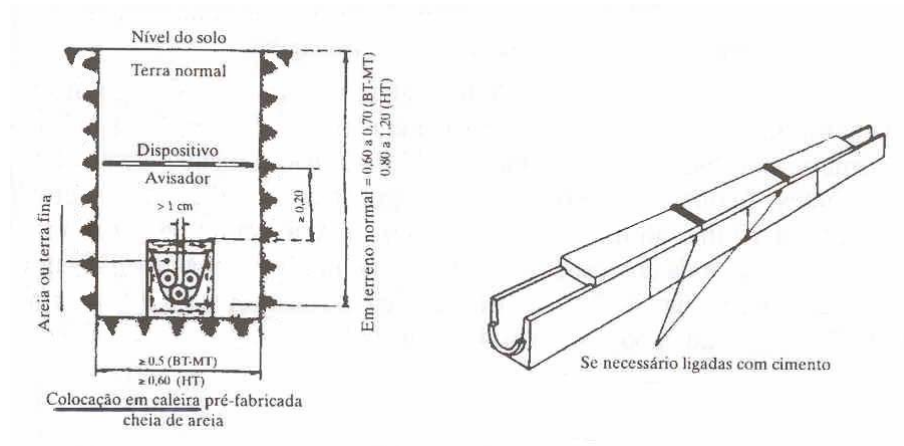


Fig. 13b: Canalização em Caleira.

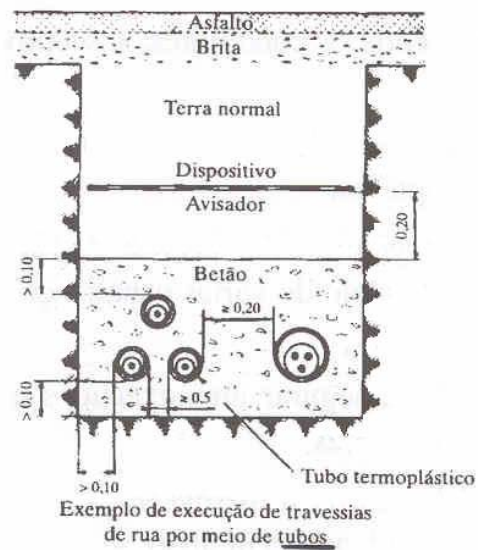


Fig. 13c: Canalização em Tubos.

3. CONSTITUIÇÃO DOS CONDUTORES ISOLADOS E CABOS DE ENERGIA

3.1. ALMA CONDUTORA

- A alma condutora pode ser caracterizada pelos seguintes aspectos:
 - Natureza do metal condutor:
 - ✓ Cobre recozido, podendo ser, eventualmente, estanhado;
 - ✓ Alumínio ou, em certas aplicações, ligas de alumínio – tal como o *Almelec* – para melhorar a resistência mecânica;
 - Secção nominal;
 - Composição, a qual vai condicionar, nomeadamente, a flexibilidade (aspecto a ver em detalhe mais adiante);
 - Forma (aspecto a ver em detalhe mais adiante).

- No quadro 5 estão inscritas as características mais relevantes daqueles dois materiais:

| Características | Cobre Recozido | Alumínio ¾ duro |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Grau de Pureza, % | > 99,9 | >99,5 |
| Resistividade a 20° C, ohm, mm ² /m..... | 17,241 . 10 ⁻³ | 28,264 . 10 ⁻³ |
| Coefficiente de variação da resistência óhmica com a temperatura, a 20°C, por °C..... | 3,93 . 10 ⁻³ | 4,03 . 10 ⁻³ |
| Densidade a 20°C..... | 8,89 | 2,70 |
| Coefficiente de dilatação linear a 20° C, por °C..... | 17 . 10 ⁻⁶ | 23 . 10 ⁻⁶ |
| Tensão de ruptura, MPa..... | 230 a 250 | 120 a 150 |
| Alongamento à ruptura, %..... | 20 a 40 | 1 a 4 |
| Temperatura de Fusão, °C..... | 1080 | 660 |

Quadro 4:Características do Cobre e do Alumínio.

- Uma análise cuidada dos valores deste quadro, permite estabelecer as seguintes conclusões:
 - Considerando que o comprimento (ℓ) e a corrente são fixos, então, se admitirmos que há igualdade de perdas, deverá ser:

$$R_{Al} = R_{Cu} \Rightarrow \rho_{Al} \frac{\ell}{S_{Al}} = \rho_{Cu} \frac{\ell}{S_{Cu}}$$

Desta equação resulta que:

$$S_{Al} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} S_{Cu}$$

Substituindo as resistividades, pelos valores do quadro 4, obtém-se o seguinte valor para a razão das secções geométricas:

$$S_{Al} / S_{Cu} = 1,635$$

Conclusão 1: O cobre permite usar cabos de menor secção, o que é uma vantagem nas canalizações entubadas (menores diâmetros dos tubos) e/ou embebidas (menores rasgos nas paredes).

- Sendo a tensão de ruptura do cobre superior à do alumínio, assim como o alongamento à ruptura (maior flexibilidade), conclui-se que o cobre deverá ser usado sempre que tais características mecânicas sejam determinantes (**Conclusão 2**).
- A massa de uma porção de cabo de alumínio de comprimento ℓ e secção S_{Al} , é dada por:

$$M_{Al} = 2,70 S_{Al} \ell$$

Para o cobre vem:

$$M_{Cu} = 8,89 S_{Cu} \ell$$

Substituindo, na 1ª expressão, S_{Al} por $1,635 S_{Cu}$, e eliminando, posteriormente, o termo ($S_{Cu} \ell$) à custa da 2ª expressão, vem:

$$M_{Al} = (1,635 \frac{2,70}{8,89} = 0,5) M_{Cu}$$

Conclusão 3: Em igualdade de perdas, a utilização do alumínio, permite uma redução de 50% no peso dos condutores. Por isso, o alumínio é muito usado em linhas aéreas, pese embora as suas piores características mecânicas. Para melhorar estas, é comum a associação do aço ao alumínio, obtendo-se os chamados *cabos Alumínio/Aço*.

Por outro lado, o facto de, em igualdade de perdas, se poderem usar cabos de alumínio com cerca de 50% da massa dos correspondentes cabos em cobre, é um factor que aponta para que a utilização do alumínio seja mais económica. Por isso, o alumínio é muito usado em redes subterrâneas de distribuição em baixa tensão (**Conclusão 4**).

- Composição e Forma da Alma Condutora:

- Em função da secção nominal e do grau de flexibilidade desejado, a alma condutora poderá ser, quanto à composição:
 - ✓ Maciça, isto é, constituída por um único condutor sólido, normalmente, para secções não muito elevadas;
 - ✓ Multifilar, isto é, constituída por diversos fios cableados entre si, o que, à partida, confere ao conjunto, uma maior flexibilidade;

- Numa alma condutora multifilar, os fios estão dispostos em hélice, numa ou várias camadas distintas, sendo o sentido de cableamento alternado, entre camadas sucessivas. O número total de fios das várias camadas pode ser calculado pela regra seguinte: $N^{\circ} \text{ fios total} = 1 + 3n(n+1)$, em que n é o número de camadas. Aplicando esta expressão para vários números de camadas ($n = 0, 1, 2, 3 \dots$) vem:

$$n = 0 \rightarrow N^{\circ} \text{ fios total} = 1$$

$$n = 1 \rightarrow N^{\circ} \text{ fios total} = 7 \rightarrow \text{Camada a camada (centro para periferia): } 1+6$$

$$n = 2 \rightarrow N^{\circ} \text{ fios total} = 19 \rightarrow \text{Camada a camada (centro para periferia): } 1+6+12$$

$$n = 3 \rightarrow N^{\circ} \text{ fios total} = 37 \rightarrow \text{Camada a camada (centro para periferia): } 1+6+12+18$$

É fácil constatar que cada camada tem exactamente mais 6 fios do que a anterior.

- Quanto à forma, podemos ter almas condutoras circulares ou sectoriais (ver figura 14). Esta última disposição é usada, sobretudo, nos cabos com 3 e 4 condutores, permitindo uma melhor ocupação do espaço e, conseqüentemente, uma diminuição das dimensões e do peso dos cabos.
- De referir, ainda, que as almas condutoras, em certos tipos de cabos, são compactadas (operação de compactação), com o objectivo de reduzir ao espaço ocupado pelos cabos.
- Por outro lado, para as secções mais elevadas (normalmente acima de 800 mm^2), pode proceder-se à segmentação, em que a alma condutora é composta por vários elementos cableados, de forma sectorial, podendo ser ligeiramente isolados entre si. Esta estrutura tem por objectivo reduzir os efeitos pelicular e de proximidade, com a conseqüente redução da resistência óhmica em corrente alternada.

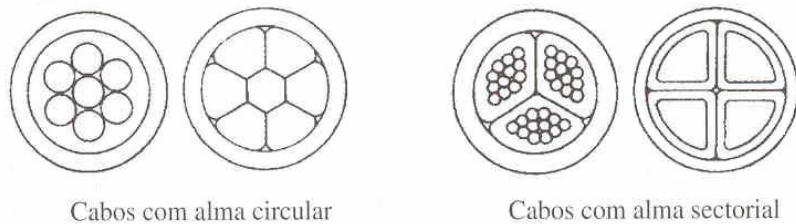


Fig. 14: Formas da Alma Condutora.

3.2. CAMADA ISOLANTE OU ISOLAÇÃO

- A camada isolante (também designada por “isolação”), é constituída por compostos dieléctricos sólidos, na maioria dos casos aplicados por extrusão. Aspectos como a espessura, marcação dos condutores, ou cores de fabrico, são determinados por normas próprias.
- Actualmente usamos exclusivamente isolantes sintéticos (isolantes secos); no entanto, merece referência, pela sua importância histórica, a utilização, no passado, do “papel impregnado a óleo”, para as tensões mais elevadas.
- Os diferentes isolantes sintéticos correntemente usados poderão ser agrupados, fundamentalmente, em duas grandes famílias:
 - ✓ Materiais Termoplásticos;
 - ✓ Elastómeros e Polímeros Reticuláveis.
- Nos materiais termoplásticos a temperatura provoca, de um modo reversível, uma variação na plasticidade. Os mais usados são:
 - ✓ Policloreto de Vinilo – conhecido pela sigla PVC;
 - ✓ Polietileno – conhecido pela sigla PE.
- Os Elastómeros e Polímeros reticuláveis apresentam uma grande aptidão para a deformação. Necessitam, depois de extrudidos, de uma operação de vulcanização ou de reticulação, com o fim de lhes estabelecer, de forma irreversível, ligações suplementares entre as cadeias moleculares. Alguns exemplos deste tipo de materiais:
 - ✓ Polietileno Reticulado – conhecido pela sigla PEX;
 - ✓ Borracha Etil-Propílica – conhecida pela sigla EPM;
 - ✓ Borracha de Silicone;
 - ✓ Outros.

- Os conceitos de extrusão, vulcanização e reticulação, por serem menos conhecidos, são esclarecidos de seguida:
 - Extrusão:** Operação que consiste em forçar a saída por um orifício, sob a acção de forças de pressão, de um metal ou de um plástico sob a forma de fio.
 - Vulcanização:** Combinação da borracha com o enxofre para a tornar resistente ao calor e ao frio, sem perda das propriedades elásticas.
 - Reticulado:** Diz-se do órgão com elementos distribuídos em rede.
- No quadro 5 são referidas as temperaturas limite de emprego de diversos materiais isolantes, informação que é da maior relevância para, por exemplo, estabelecer os valores das correntes máximas admissíveis em regime permanente (assunto a tratar mais adiante):

Temperaturas Limite de Emprego dos Principais Materiais Utilizados nas Camadas Isolantes e nas Bainhas

| Natureza do material | Papel impregnado | P.V.C. | | Ignífugos sem halogéneo | | | Polietileno | | | PEX | | |
|---|------------------|--|---------|-------------------------|----------------------|-------------------|-------------|----------------|--------|--------------------|-----|----------------|
| | | Isolante BT e MT Tensão de serviço $U \leq 10kV$ | Bainha | Isolante reticulado BT | Bainha Termoplástica | Bainha Reticulada | Isolante MT | Isolante AT | Bainha | Isolante | | |
| Domínio de utilização | Isolante BT e MT | | | | | | | | | BT | MT | AT |
| Temperatura máxima, °C | | Segundo composição (e tensão) | | Segundo composição | | | | | | | | |
| - em regime permanente | 65 | 70 a 85 | 60 a 85 | 70 a 90 | 70 a 90 | 90 | 70 | 70 | 70 | 90 | 90 | 90 |
| - no fim de um curto-circuito | 150 | 160 | | 250 | | | 150 | 150 | | 250 ⁽³⁾ | 250 | 210-250 |
| Temperatura mínima, °C | | Segundo composição | | | | | | | | | | |
| - armazenamento ou funcionamento em local fixo, sem choques, vibrações ou curvas acentuadas | -30 | -40 a -60 | | -40 | -40 | -40 | -60 | -60 | -60 | -60 | -60 | -60 |
| - desenrolamento | | | | | | | | | | | | |
| - com precauções normais | +5 | -5 a -10 | | -10 | -10 | -10 | -5 | +5 | -5 | -10 | -10 | +5 |
| - com precauções especiais ⁽¹⁾ | -5 | -10 a -25 | | -20 | -20 | -20 | -10 | -5 | -10 | -20 | -20 | -5 |
| | | | | | | | | ⁽²⁾ | | | | ⁽²⁾ |

(1) As precauções especiais a adoptar consistem em:

- aquecer o cabo, antes de desenrolar, durante 12 a 14 horas em local com temperaturas entre + 10 a + 20 °C;

- assegurar um esforço de tracção regular e moderado durante o desenrolamento;

- trabalhar com raios de curvatura superiores em 25 a 50% aos valores indicados nos quadros das páginas 42 e 43.

(2) Os cabos MT e AT nunca devem ser desenrolados com temperaturas inferiores a - 5° C. Desde que a temperatura esteja compreendida entre + 5° C e - 5° C, é necessário efectuar um aquecimento prévio das bobinas que contêm os cabos, antes de desenrolar e durante pelo menos 24 horas, em local mantido a temperaturas vizinhas de + 20° C.

(3) Valor reduzido para 160° C no caso de existência de soldaduras a estanho no seio das caixas de ligação.

Quadro 5: Temperaturas de Emprego de Materiais Isolantes.

- No quadro 6 são apresentadas as características físicas mais relevantes de diversos materiais isolantes. De entre essas, há quatro características – *Resistividade Térmica*, *Factor de Perdas*, *Permitividade* e *Constante de Isolamento* – que, pela sua importância, merecem uma referência especial, o que será feito a seguir.

2 - Características Físicas Aproximadas dos Principais Materiais Utilizados nas Camadas Isolantes

Importante: Alguns dos valores que figuram neste quadro, particularmente no que diz respeito às características mecânicas, são dados a título informativo. Segundo a composição escolhida, nomeadamente, com a finalidade de responder a certos documentos particulares de normalização, um mesmo material pode apresentar, com efeito, características sensivelmente diferentes.

| Natureza do material | Papel impregnado | Policloreto de vinilo PVC | | Polietileno PE | | Ignífugos sem halogénio | Polietileno reticulado PEX | | Copolímeros de etileno propílico EPM, EPDM, EPR e HEPR | Borracha de silicone | | | |
|---|---------------------|---------------------------|--------------|----------------|------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------|--|---|-------------|----------------------|------------------------|
| | | BT | MT | MT | AT | | BT | MT e AT | | | BT, MT e AT | | |
| Domínio da aplicação Temperatura máxima admissível na alma condutora, °C | MT | BT | MT | MT | AT | BT | BT | MT e AT | BT, MT e AT | BT | | | |
| | | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 90 | 90 | 90 | 90 | | | |
| Densidade a 20°C | 12,2 - 1,5 | 1,3 - 1,5 | | 0,92 | | 0,92 - 1,20 | | 1,10 - 1,35 | | 1,10 - 1,30 | | | |
| Resistividade térmica, K.m/w | 6 | 6 | | f 3,5 | | 3,5 | | 3,5 | | 3,5 | | | |
| Características Mecânicas | | (1) rígido | (1) flexível | (2) | (3) (4) | (4) | (5) | (2) | (4) | (6) | (2) (3) (4) | (7) | (2) |
| Carga de ruptura mínima MPa (1 MPa = 10 daN/cm ²) | | 12,5 | 10,0 | 12,5 | 12,5 | 10,0 | 12,5 | 5,0 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 4,2 | 5,0 |
| Alongamento mínimo à ruptura, % | | 125 | 150 | 125 | 125 | 300 | 450 | 120 | 200 | 200 | 200 | 200 | 150 |
| Envelhecimento acelerado em estufa de ar quente, duração/temperatura | | 120h/168h/80°C | 120h/100°C | 168h/100°C | 168h/100°C | 240h/100°C | 168h/100°C | 168h/100°C | 168h/135°C | 168h/135°C | 240h/135°C | 168h/135°C | 240h/200°C |
| Varição máxima das características | | ±20% | ±20% | ±25% | ±30% | ±25% | ±25% | ±25% | ±25% | ±25% | ±25% | ±30% | Cr ≥ 4 MPa A ≥ 120% |
| Características Dielétricas a 20°C, 50 Hz | | | | | | | | | | | | | |
| Permitividade relativa, (ε) | 3,6 | 4 - 8 | | | | 2,3 | | 5 - 8 | | 2,3 - 2,8 | | 2,4 - 3,2 | |
| Tangente do ângulo de perdas máximas em média tensão (tgδ) | 80.10 ⁻⁴ | 1000.10 ⁻⁴ | | | | 10.10 ⁻⁴ | | 1000.10 ⁻⁴ | | 10.10 ⁻⁴ - 40.10 ⁻⁴ | | 200.10 ⁻⁴ | |
| Constante de isolamento (Kj) M Ω.Km | 5000 | 50 - 5000 | | | | 50000 | | 50 - 3000 | | 5000 a 50000 | | 5000 | |

- (1) Condutores e cabos, isolados a PVC, de tensão nominal ≤ 450/750V.
- (2) Cabos isolados com dielétricos maciços e extrudidos, de tensão nominal ≤ 0,6/1kV.
- (3) Cabos isolados com dielétricos maciços e extrudidos, para tensões estipuladas de 1,8/3 (3,6) kV a 18/30 (36) kV.
- (4) Cabos para transmissão de energia, isolados com dielétricos maciços e extrudidos, para tensões de 1 até 30 kV, (CEI 502).
- (5) Cabos monopolares, com isolamento em PEX, extrudido, de tensão de serviço 225 kV.
- (6) Cabos para redes de distribuição, isolados a PEX, para tensões 12/20 kV.
- (7) Condutores e cabos, isolados com borracha, de tensão nominal ≤ 450/750V.

Quadro 6: Características Físicas de Materiais Isolantes.

- Resistividade Térmica (ρ_θ):
 - A resistividade térmica de um material é uma característica que indica a maior ou menor facilidade, com que o calor é conduzido através desse material. Exprime-se nas unidades, °C m/W (ou °K m/W).
 - Recorrendo à analogia com a corrente eléctrica, podemos estabelecer uma expressão para a chamada *Resistência Térmica*, R_θ, (em °C/W), com uma forma semelhante à da resistência eléctrica:

$$R_{\theta} = \rho_{\theta} \ell / S$$

- A resistência térmica de uma porção de um determinado material, vai condicionar a diferença de temperatura (em °C) entre duas faces dessa porção, através da expressão (*Lei de Ohm Térmica*):

$$\Delta\theta = R_{\theta} Q = (\rho_{\theta} \ell / S) Q$$

sendo Q a potência calorífica (em W) que flui através daquela porção de material.

- Se na expressão anterior fizermos todos os valores unitários, obtemos uma conclusão interessante: Uma potência calorífica de 1 W, fluindo através de uma porção de material de, 1m de comprimento, 1m² de secção e 1 °C m/W de resistividade térmica, originará uma diferença de temperatura, entre as duas faces, de 1°C (ver figura 15):

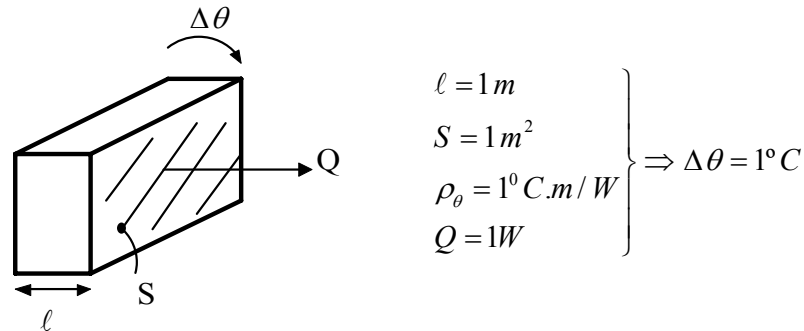


Figura 15: Lei de Ohm Térmica.

- A Lei de Ohm Térmica permite, ainda, concluir que, para uma dada potência calorífica gerada numa alma condutora (efeito das perdas Joule), $\Delta\theta$ será tanto menor, quanto menor for a resistência térmica da camada isolante. Logo, se admitirmos que a temperatura ambiente (no exterior da camada isolante) é fixa, então tanto menor será temperatura à superfície do condutor.
- Permitividade Relativa (ϵ):

- É adimensional;
- Quanto menor for o seu valor, menor será o valor da capacidade do cabo. Assim, para uma dada tensão, U , menor será a corrente de fugas capacitiva, I_C ($I_C = j\omega C U$) - ver figura 16.

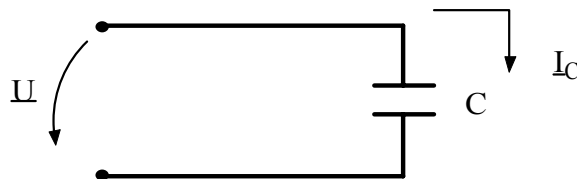


Figura 16: Corrente de Fugas Capacitiva.

- Factor de Perdas ($\text{tg } \delta$):

- É adimensional;

- Para um cabo de capacidade C , com corrente de fugas capacitiva, I_C , haverá ainda uma corrente de fugas resistiva, I_R , que pode exprimir-se em função daquela, à custa do factor de perdas (ver figura 17):

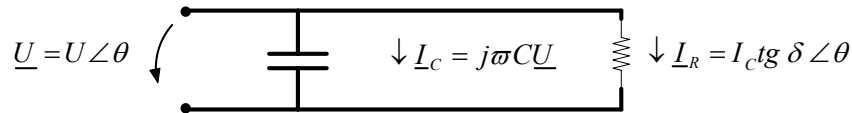


Figura 17: Correntes de Fugas num Cabo.

- No diagrama vectorial da figura seguinte estão representadas aquelas duas correntes e o ângulo δ :

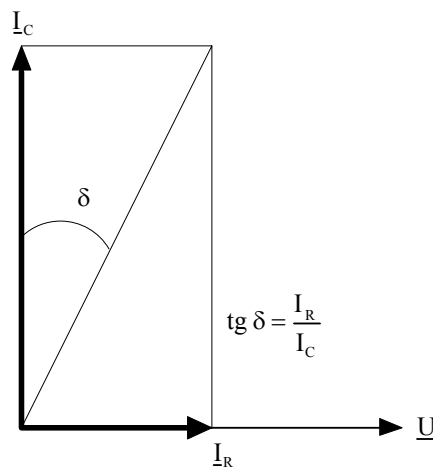


Figura 18: Factor de Perdas ($\operatorname{tg} \delta$).

- É importante que o factor de perdas tenha um valor baixo, já que ele condiciona as perdas dieléctricas num cabo. De facto, da figura 17 decorre facilmente que:

$$\operatorname{tg} \delta \downarrow \Rightarrow I_R \downarrow \Rightarrow (\text{Perdas Dielectricas} = U I_R) \downarrow$$

- Se na expressão anterior substituirmos I_R pela expressão, $I_R = I_C \operatorname{tg} \delta$, e, nesta, exprimirmos I_C em função de U ($I_C = \omega C U$), vem:

$$\text{Perdas Dielectricas} = U I_R = U I_C \operatorname{tg} \delta = \omega C U^2 \operatorname{tg} \delta$$

- Esta expressão diz-nos que as perdas dieléctricas crescem com o quadrado da tensão. Por esta razão, quando um material isolante tem um factor de perdas muito elevado (caso do PVC) não é usado para a gama de tensões mais elevadas.

- Constante de Isolamento (K_i):
 - Exprime-se em $M\Omega \cdot km$;
 - Com a Constante de Isolamento, podemos calcular a *Resistência de Isolamento* de um cabo de comprimento L (ver figura 19), através da expressão:

$$\text{Resistência de Isolamento} = K_i / L \quad M\Omega$$

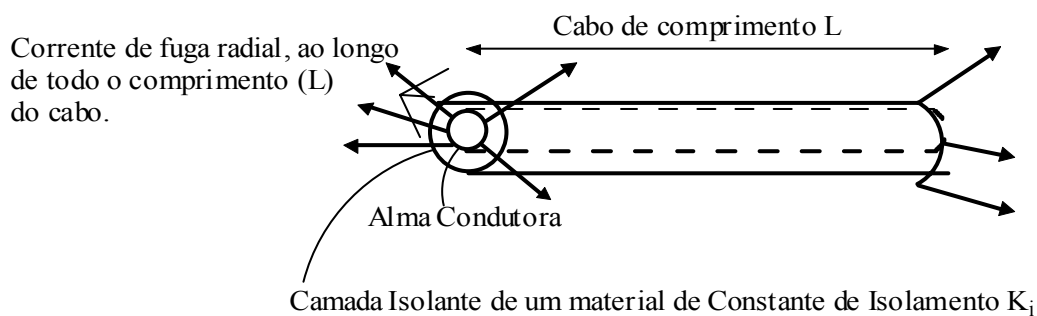


Figura 19: Constante de Isolamento.

3.3 COMPARAÇÃO DOS MATERIAIS ISOLANTES SINTÉTICOS MAIS COMUNS

- Policloreto de Vinilo (PVC):
 - ✓ Tem algumas boas características eléctricas, nomeadamente a *rigidez dieléctrica* e a *resistência de isolamento*, pois têm valores elevados para o PVC.
 - ✓ Em contrapartida, a $tg \delta$ é elevada pelo que as perdas dieléctricas são elevadas, podendo, mesmo, tornar-se críticas em média tensão. Também a *permissividade dieléctrica* e a *capacidade linear*, são muito elevadas.
 - ✓ Oferece, boas características mecânicas, nomeadamente as seguintes: *carga de ruptura*, *resistência à compressão* e *resistência aos choques*.
 - ✓ No entanto, a flexibilidade do PVC é reduzida o que justifica que seja mais adequado para canalizações fixas de que para canalizações amovíveis.

- ✓ Tem boa resistência ao envelhecimento térmico. As misturas usuais são previstas para uma temperatura máxima, em regime permanente, de 70°C. Existem, ainda, misturas que resistem até temperaturas de 85°C e mesmo de 105°C.
 - ✓ Tem boa resistência à água e à maioria dos produtos químicos correntemente encontrados (óleos, solventes, ácidos e outros).
 - ✓ É dificilmente inflamável. Todavia, a combustão do PVC é acompanhada pela libertação de gases nocivos.
 - ✓ Está disponível numa ampla gama de cores, mediante a utilização de corantes específicos.
 - ✓ É largamente usado, como isolante, em baixa tensão e também em média tensão, mas apenas até aos 10 kV (esta limitação é consequência do elevado valor da $tg \delta$).
 - ✓ É também usado como *bainha exterior* de cabos de baixa, média e alta tensão – utilização largamente generalizada, com esta função – o que se explica pelas boas propriedades gerais do PVC.
- **Polietileno (PE):**
 - ✓ Trata-se de um polímero de etileno fabricado por processos diversos, conduzindo a massas moleculares muito diversas.
 - ✓ O tipo de polietileno usado no isolamento dos cabos de alta tensão é do tipo *alta pressão*, o qual tem uma baixa densidade (entre 0,91 e 0,93), pelo que é designado por Polietileno de Baixa Densidade, também conhecido pela sigla PEBD.
 - ✓ Há também o Polietileno de Alta Densidade (densidade entre 0,94 e 0,96), também conhecido pela sigla PEAD.
 - ✓ O polietileno tem qualidades eléctricas excepcionais: $tg \delta$ e *permissividade dieléctrica* com valores baixos e independentes da temperatura; *resistência de isolamento* e *rigidez dieléctrica* muito elevadas.
 - ✓ As características mecânicas são igualmente favoráveis, como sejam, entre outras, uma boa *resistência aos choques* e uma certa *flexibilidade* (permitindo a colocação dos cabos com raios de curvatura normais).
 - ✓ Oferece elevada resistência à grande maioria dos agentes químicos usuais e aos agentes atmosféricos.

- ✓ Infelizmente o polietileno, apresenta uma fraca resistência à propagação da chama, o que o torna pouco atractivo para outras funções que não a de isolamento – por exemplo, para revestimento exterior de cabos.
- ✓ É utilizado em cabos de alta e muito alta tensão (até 400kV), sendo mesmo largamente usado neste último escalão de tensões. Isto explica-se pelas propriedades dieléctricas notáveis do polietileno e ao equilíbrio das suas restantes características.

- **Polietileno Reticulado (PEX):**

- ✓ Sem atingir o nível das do polietileno, as características eléctricas do PEX são, no geral, boas: *tg δ* e *permissividade dieléctrica* com valores baixos; *rigidez dieléctrica* relativamente elevada.
- ✓ As vantagens decorrentes da *reticulação* do polietileno são, principalmente, uma melhor estabilidade térmica e melhores características mecânicas.
- ✓ Assim, a utilização deste material permite admitir temperaturas máximas da alma condutora de 90°C, em regime permanente, de 110°C a 130°C (conforme as normas que são consideradas) em regime de sobre carga e de 250°C em regime de curto-circuito.
- ✓ É utilizado, essencialmente como isolante, nas gamas de baixa, média e alta tensão.

3.4. SEMI-CONDUTORES

- As camadas semi-condutoras são utilizadas, normalmente, apenas a partir da média tensão (acima de 10 kV), com a função de criar zonas de transição perfeita entre o isolamento e a alma condutora e entre aquele e o écran metálico. Para o efeito, é habitualmente usado o polietileno com aditivos (por exemplo o carbono). Esta “dopagem” daquele material vai conferir-lhe alguma condutividade, permitindo assim obter um condensador perfeito. Tal não seria possível, sem a aplicação daquelas camadas, devido às irregularidades das almas condutoras multifilares, bem como à textura dos écrans metálicos (ver ponto 3.5).
- O semi-condutor interior é aplicado, por extrusão, sobre a alma condutora, enquanto que o semi-condutor exterior é aplicado, também por extrusão, sobre a camada de isolamento.
- Normalmente, as duas camadas semi-condutoras e a camada isolante, são aplicadas por um processo de tripla extrusão simultânea, para garantir uma perfeita adesão entre as três camadas.

3.5. REVESTIMENTOS METÁLICOS

- Pela sua localização e função, distinguem-se os seguintes dois tipos de revestimentos metálicos:

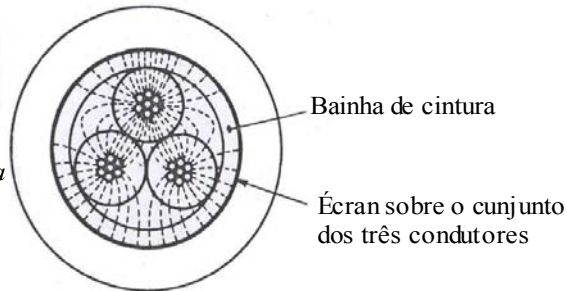
- ✓ Écran metálico sobre a camada isolante ou sobre o semi-condutor exterior, nos casos em que este exista;
- ✓ Armadura metálica.

Se o écran tem uma função essencialmente eléctrica, a armadura tem uma função essencialmente mecânica (raramente a armadura desempenha simultaneamente as duas funções). Seguidamente, serão caracterizados, com mais detalhe, aqueles tipos de revestimentos.

- **Écran Metálico:**

- É realizado em cobre ou alumínio, consistindo num conjunto de fios ou fitas, que são aplicados helicoidalmente (em hélice), de modo a que nenhum espaço livre seja visível.
- Eventualmente pode constituir-se como uma *bainha* (*bainha*: revestimento formando um tubo de matéria contínua).
- É geralmente ligado à terra.
- Permite assegurar o escoamento das correntes capacitivas, bem como das correntes de curto-circuito – concretamente da componente homopolar da corrente de curto-circuito fase-terra.
- Protege contra as perturbações electromagnéticas no caso de cabos de telecomunicações.
- Garante a protecção das pessoas, em caso de perfuração do cabo por um corpo condutor exterior, já que este é colocado ao potencial da terra (admitindo que o écran está ligado à terra).
- Permite criar uma superfície equipotencial e orientar, assim, as linhas de força do campo eléctrico. Dois casos podem surgir:
 - ✓ Cabos de campo não radial, em que o écran é colocado - no caso de um cabo tripolar - sobre uma bainha de regularização isolante (cintura) que envolve o conjunto dos condutores (ver figura 20):

Importante: O campo eléctrico apresenta uma componente tangencial não desprezável e a rigidez dieléctrica do isolante é menor nessa direcção !

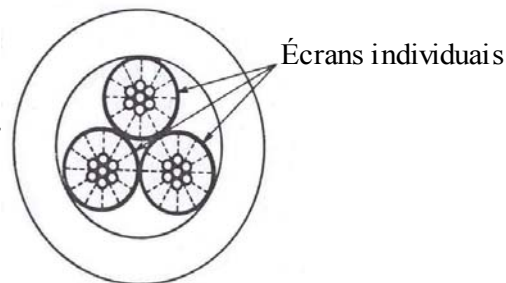


Distribuição das linhas de força num cabo de campo não radial, também chamado cabo de cintura..

Figura 20: Cabo de Campo Não Radial.

- ✓ Cabos de Campo Radial, caso dos cabos unipolares dotados de écran e dos cabos tripolares dotados de écrans individuais (ver figura 21):

Importante: Neste caso foi suprimida a componente tangencial do campo eléctrico.



Distribuição das linhas de força

Figura 21: Cabo de Campo Radial.

- **Armadura Metálica:**

- Assegura a protecção mecânica do cabo, quando este está submetido a importantes esforços transversais (compressão ou choques) ou longitudinais (tracção).
- Pode, eventualmente, ser utilizada com a função de écran metálico, desde que sejam tomadas certas disposições no plano eléctrico.
- Os principais tipos de armaduras usados em cabos multipolares são os seguintes:
 - ✓ Armadura em dupla fita de aço, aplicada helicoidalmente;
 - ✓ Armadura em fios de aço aplicados helicoidalmente;

- ✓ Armadura em trança de fios de aço (fios cruzados) a usar em aplicações em que se exige particular flexibilidade.
- No caso de cabos unipolares não são usadas armaduras em aço, já que as características magnéticas deste tipo de armaduras desaconselham o seu uso em corrente alternada, por haver uma apreciável redução da capacidade de transporte da canalização. Como alternativa são usadas armaduras de alumínio em dupla fita de aço, aplicada helicoidalmente. Outra hipótese será dispensar a armadura, mas utilizar uma protecção mecânica exterior (por exemplo, um tubo).

3.6. REVESTIMENTOS NÃO METÁLICOS (BAÍNHAS)

- A designação, de “bainha”, provém do facto de os revestimentos formarem, normalmente, um tubo de matéria contínua.
- Distinguem-se, essencialmente, dois tipos de revestimentos, associados a outras tantas funções:
 - ✓ Bainha de enchimento (ou simplesmente, enchimento), também chamada “bainha de regularização” que tem por função preencher os espaços vazios entre condutores e dar ao conjunto uma determinada geometria, geralmente cilíndrica. Pode ser constituída por uma camada extrudida, por diversos tipos de fitas ou por perfis independentes mantidos em posição (por intermédio de fitas de amarração).
 - ✓ Bainha exterior que assegura a protecção química e mecânica do cabo.
- Os materiais mais usados nas bainhas são o PVC e o Polietileno (de baixa e de média densidade – PEBD e PEMD).

3.7 O PROCESSO DE FABRICO DE CABOS ELÉCTRICOS: BREVE REFERÊNCIA

- As indústrias de fabrico de cabos eléctricos, nomeadamente quando se dedicam à gama da alta e muito alta tensões, utilizam tecnologia de ponta, por forma a garantir a excepcional qualidade dos cabos, particularmente da isolação, já que esta está sujeita, para aqueles níveis de tensão, a excepcionais solicitações dieléctricas.
- Em Portugal há diversas empresas de fabrico de condutores isolados e cabos, algumas delas com linhas de produção verticais e fabricando desde a baixa tensão até à muito alta tensão.

- Uma *fábrica vertical* é aquela que recebe parte das matérias primas em bruto, transformando-as para chegar ao produto final acabado. No caso de uma fábrica de cabos, a linha de produção está, em geral, organizada segundo o esquema que podemos encontrar na figura 22, onde apenas estão representadas as etapas principais do processo:

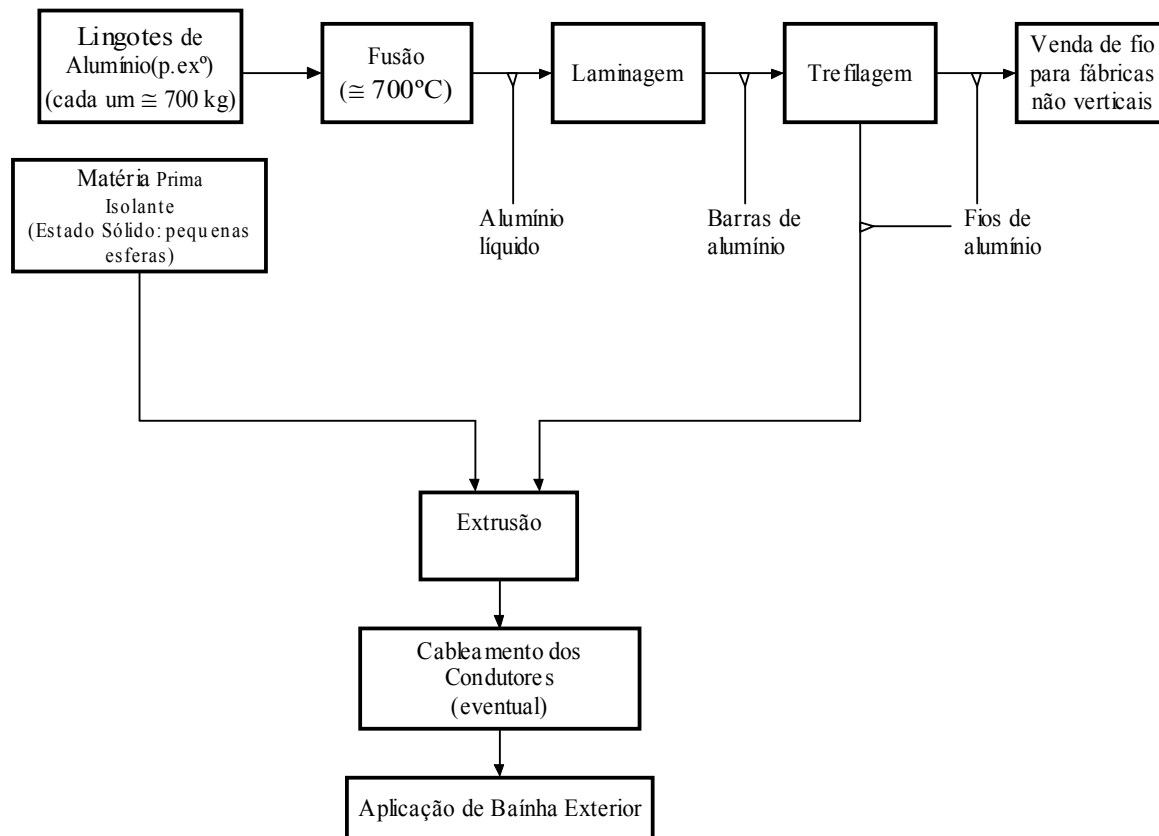


Figura 22: Linha de Produção Típica de Cabos Eléctricos.

- A operação de extrusão é realizada em máquinas adequadas, chamadas de *extrusoras* (ver figura 23), com velocidades de extrusão variáveis de acordo com o material isolante que é usado. Indicam-se a seguir, a título indicativo, algumas velocidades de extrusão típicas:

1000 metros / min, para o PVC (1,5 mm² ; BT)

20 a 30 centímetros / min, para o PE (225 kV ou 400 kV)

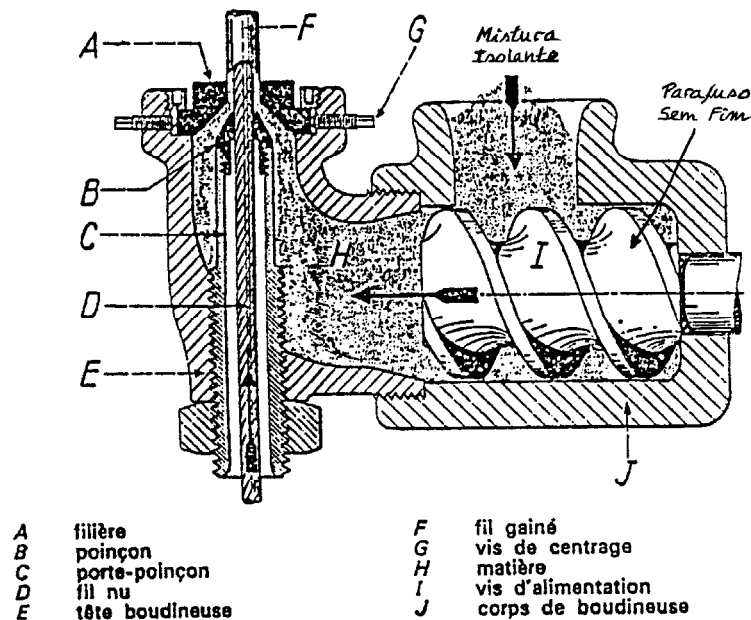


Figura 23: Aplicação de Isolantes Sintéticos por Extrusão.

- O condutor isolado sai da extrusora com uma elevada temperatura (pode atingir os 400 °C). A operação de arrefecimento, durante a primeira parte do trajecto, é realizada, normalmente, em ambiente de água ou de gás inerte (azoto), o que exige a utilização de tubagem própria para o efeito. Na parte final do trajecto, o arrefecimento é realizado ao ar. Enquanto não está concluído o arrefecimento, não é possível dobrar os condutores. Esta é a razão pela qual as naves industriais de uma linha de produção de cabos têm, normalmente, elevados comprimentos (da ordem dos 300 m).

4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS LINEARES

4.1. RESISTÊNCIA LINEAR

- A expressão da resistência linear (por unidade de comprimento), em corrente contínua, é bem conhecida:

$$R'_{20} = \rho_{20} \frac{1}{S} \quad [\Omega/\text{Km}]$$

- Nesta expressão, S é a secção, em mm^2 , do condutor e ρ_{20} é a sua resistividade a 20°C , com os seguintes valores para o cobre e alumínio (cf. Quadro 4):

$$\rho_{20_{\text{Cu}}} = 17,241 \Omega \text{mm}^2 / \text{Km}$$

$$\rho_{20_{\text{Al}}} = 28,264 \Omega \text{mm}^2 / \text{Km}$$

- Se incluirmos na expressão da resistência três coeficientes que traduzem a influência de outros tantos efeitos, teremos:

$$R''_{20} = R'_{20} K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad [\Omega/\text{Km}]$$

Em que:

- ✓ K_1 é um coeficiente que depende da natureza do metal condutor, das transformações físicas que o mesmo sofre durante a fabricação da alma condutora e da presença eventual de um revestimento metálico de protecção (estanho por exemplo);
 - ✓ K_2 é um coeficiente que representa a majoração do comprimento, devida ao cableamento dos fios constituintes da alma condutora (aplicável a almas multifilares);
 - ✓ K_3 é um coeficiente que representa a majoração do comprimento devida à montagem dos condutores de fase no conjunto final (aplicável a cabos multipolares).
- Para uma temperatura, θ , diferente de 20°C , vem:

$$R''_{\theta} = R''_{20} [1 + \alpha_{20} (\theta - 20)] \quad [\Omega/\text{Km}]$$

Em que α_{20} é o coeficiente de variação da resistividade com a temperatura, com os seguintes valores para o cobre e alumínio (cf. Quadro 4):

$$\alpha_{20_{\text{Cu}}} = 3,93 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_{20_{\text{Al}}} = 4,03 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

- Até agora temos considerado a resistência em corrente contínua. Ora, em corrente alternada devem ser considerados dois novos efeitos, ambos contribuindo para um aumento da resistência. Um deles tem a ver com o facto de a densidade de corrente não ser uniforme, pois é mais elevada na periferia do que no centro da secção (*efeito pelicular*).

O outro efeito tem a ver com o facto de haver vários condutores próximos, com fenómenos de indução entre eles, criando um novo desequilíbrio na repartição da densidade de corrente (*efeito de proximidade*). Do exposto resulta que:

$$R_{\theta} = R_{\theta}'' (1 + K_4 + K_5)$$

Em que K_4 é o coeficiente associado ao *efeito pelicular* e K_5 é o coeficiente associado ao *efeito de proximidade*.

- O método de cálculo dos coeficientes K_4 e K_5 , pode ser encontrado na “Publicação nº 287 da CEI”. No entanto, à frequência industrial (50 Hz), podem ser desprezados aqueles dois efeitos (ou seja, $K_4=0$ e $K_5=0$), para as secções dentro das gamas seguintes:

$$S \leq 300 \text{ mm}^2 \text{ (Cobre)}$$

$$S \leq 500 \text{ mm}^2 \text{ (Alumínio)}$$

- Em resumo, a resistência linear de um condutor, em corrente alternada, pode ser calculada pela expressão seguinte:

$$R_{\theta} = \rho_{20} \frac{1}{S} (K_1 \cdot K_2 \cdot K_3) [1 + \alpha_{20} (\theta - 20)] (1 + K_4 + K_5) [\Omega/\text{Km}]$$

- Note-se que poderá, ainda, ser necessário proceder a um ajuste (aumento) do valor obtido pela expressão anterior, caso o cabo comporte um écran metálico ou uma armadura. A razão é que estes componentes serão sede de *perdas de joule* suplementares, originadas pela circulação de correntes induzidas. Assim, o efeito destas perdas será tomado em consideração por um aumento fictício da resistência.

4.2. INDUTÂNCIA LINEAR

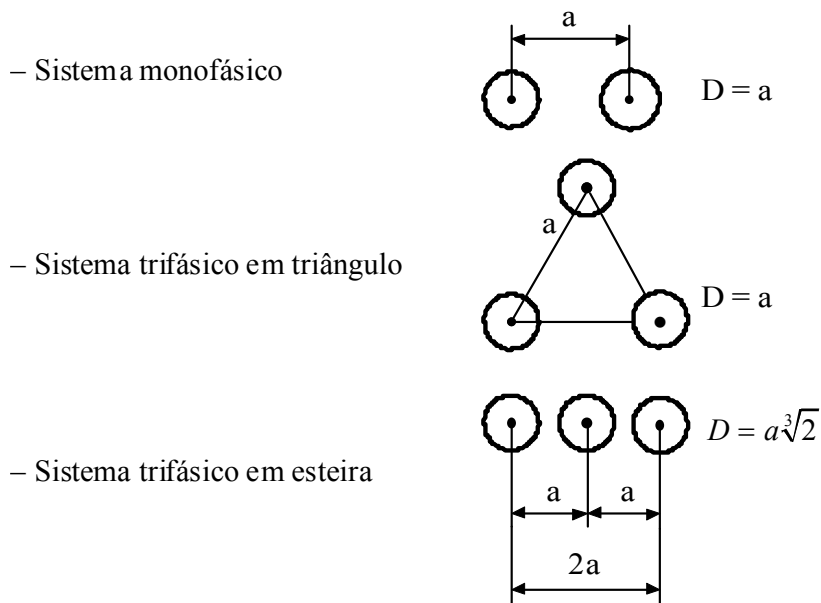
- A expressão da indutância linear (por unidade de comprimento) é bem conhecida:

$$L = (\mu_0/4\pi) \left(0,5 + 2 \ln \frac{D}{r} \right) \text{ H/Km}$$

Uma vez que a permeabilidade magnética do vazio, μ_0 , vale $4\pi \times 10^{-4} \text{ H/Km}$, podemos escrever aquela expressão na seguinte forma:

$$L = 0,05 + 0,2 \ln \frac{D}{r} \quad \text{mH/Km}$$

- Nestas expressões tem-se:
 - ✓ L = Indutância a considerar para cada um dos condutores de fase de um sistema monofásico ou trifásico;
 - ✓ r = Raio da alma condutora de cada um dos condutores;
 - ✓ D= Média geométrica das distâncias entre eixos de condutores, sendo especialmente de interesse os três casos seguintes:



- No caso de um sistema monofásico, em que um dos condutores é “de ida” e o outro “de volta”, tem-se que a indutância total do circuito será o dobro do valor da indutância de cada um dos condutores, isto é:

$$L_{\text{total}} = 0,1 + 0,4 \ln \frac{D}{r} \text{ mH/km}$$

- De notar que os valores calculados pelas expressões apresentadas devem ser corrigidos (aumentos até cerca de 10%) quando os cabos comportarem armaduras magnéticas envolvendo o conjunto das fases.

4.3. CAPACIDADE LINEAR

- Por ser mais simples, vamos começar por estabelecer a expressão da capacidade linear de um cabo de campo radial. A figura seguinte ajuda à compreensão da dedução que é apresentada à frente.

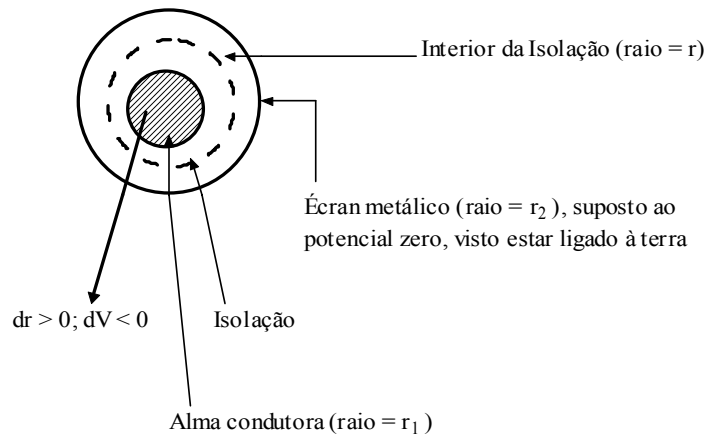


Figura 24: Corte Transversal de um Cabo de Campo Radial.

- Tem-se sucessivamente:

- $E(r) = \frac{Q}{2\pi\epsilon' r}$, sendo Q (em cb/km) a carga por unidade de comprimento da alma condutora, $E(r)$ o campo eléctrico numa circunferência de raio r e ϵ' a permissividade do dieléctrico (isolante).

- $-dV = \frac{Q}{2\pi\epsilon' r} dr$, tendo em conta que $E(r) = -dV/dr$.

- $\int_V^0 -dV = \int_{r_1}^{r_2} \frac{Q}{2\pi\epsilon' r} dr$, sendo V o potencial da alma condutora, em Volt.

- $V = \frac{Q}{2\pi\epsilon'} \ln \frac{r_2}{r_1}$

- $V = \frac{CV}{2\pi\epsilon'} \ln \frac{r_2}{r_1}$, tendo em conta que $Q=CV$, com C em F/km.

$$\circ C = \frac{2\pi\epsilon'}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \text{ F/km}$$

- Fazendo, na expressão acima, $\epsilon' = \epsilon \epsilon_0$, em que ϵ é a permissividade relativa do dielétrico e ϵ_0 é a permissividade dielétrica do vazio, de valor $\epsilon_0 = 8,8419 \times 10^{-9}$ F/km, vem finalmente:

$$\circ C = \frac{\epsilon}{18 \ln \frac{r_2}{r_1}} \mu\text{F/km}$$

- Esta expressão pode, obviamente, ser usada para cabos tripolares de campo radial, representando, neste caso, a capacidade por fase. No entanto, para cabos de campo não radial, não é mais possível usar aquela expressão, mas antes uma das expressões seguintes:

$$\text{-cabo com 2 condutores : } C = \frac{\epsilon}{18 \ln \left[\frac{2br_2^2 - b^2}{r_1 r_2^2 + b^2} \right]} (\mu\text{F/km})$$

$$\text{-cabo com 3 condutores : } C = \frac{\epsilon}{9 \ln \left[\frac{3b^2 (r_2^2 - b^2)^3}{r_1^2 r_2^6 + b^6} \right]} (\mu\text{F/km})$$

Em que:

- ✓ r_1 é o raio da alma condutora, em mm;
- ✓ r_2 é o raio sobre o invólucro isolante, em mm;
- ✓ b é a distância do eixo do condutor ao eixo do cabo, em mm.

- Estas expressões resultam da combinação de diferentes capacidades parciais que é possível encontrar num cabo de campo não radial. Por exemplo, no caso de cabos tripolares de cintura, com écran metálico envolvendo o conjunto dos condutores, podemos considerar as capacidades parciais representadas na figura 25. Se convertermos o triângulo de capacidades, C_1 , a uma estrela e depois fizermos o paralelo com a estrela de capacidades, C_0 , facilmente concluímos que a capacidade total por fase poderá ser calculada pela expressão:

$$C = C_0 + 3C_1$$

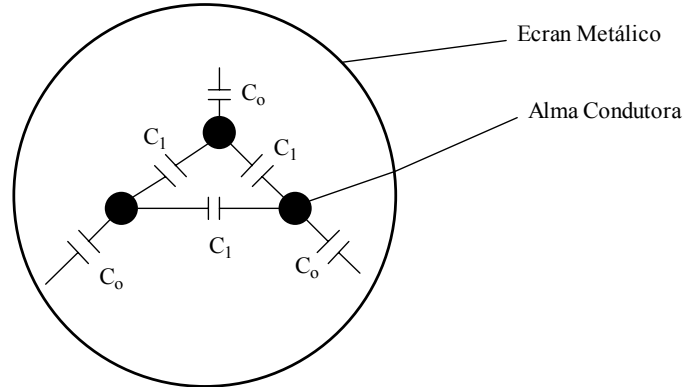


Figura 25: Corte Transversal de um Cabo de Cintura.

5 DESIGNAÇÃO DE CONDUTORES ISOLADOS E CABOS DE ENERGIA

5.1 DESIGNAÇÃO SEGUNDO A NORMA NP665

- A codificação de condutores isolados e cabos de energia, segundo a norma NP665, data de 1972. Em 1984, com a publicação da NP2361, foi alterado aquele sistema de codificação relativamente a uma parte dos cabos de baixa tensão. No entanto, para certos cabos de baixa tensão (cabos de tensões nominais 0,6/1 kV e 0,8/1,2 kV), e para cabos de outras tensões (nomeadamente, média e alta tensão) o sistema de codificação definido pela NP665 continua válido.
- Basicamente, a designação de condutores isolados, ou cabos, é feita mediante a utilização de um conjunto de símbolos (cada símbolo tem um determinado significado associado) agrupados num código alfanumérico com 3 partes:
 - Parte 1: Descrição dos elementos e materiais constituintes do cabo, numa sequência a partir do centro – alma condutora – para a periferia;
 - Parte 2: Composição do cabo, em termos de número de condutores e sua secção;
 - Parte 3: Tensão estipulada
- De seguida, apresentamos, em detalhe, cada uma destas três partes do código alfanumérico.

- **Código alfanumérico: Parte 1** (Nota: para cada letra, a lista de possibilidades aqui apresentada não é exaustiva).

| | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| a | b | c | d | e | f | g | h | i |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|

- **a:** Grau de Flexibilidade do Condutor Isolado ou Cabo:
 - Rígido (classes 1 ou 2) **Nada**
 - Flexível (classe 5) **F**
 - Extra-flexível (classe 6) **FF**
- **b:** Material da(s) Alma(s) Condutora(s):
 - Cobre **Nada**
 - Alumínio multifilar **L**
 - Alumínio maciço **LS**
- **c:** Material de Isolamento (Isolação):
 - Borracha de etileno propileno **B**
 - *(Papel isolante (já não usado))* **P**
 - Policloreto de vinilo (PVC) **V**
 - Polietileno **E**
 - Polietileno reticulado (PEX) **X**
- **d:** Blindagem:
 - Blindagem individual **HI**
 - Blindagem colectiva (de todos os condutores) **H**
- **e:** Condutores Envolventes (Blindagem por...):
 - Condutor concêntrico de fios de cobre **O**
- **f:** Revestimentos metálicos conferindo protecção mecânica (armaduras):
 - Fitas de aço **A**
 - Fios de aço **R**
 - Barrinhas de aço **M**

- Tranças de aço **Q**
- Fitas de Material não magnético **1A**

- **g:** Material de acabamento e reforço (bainha exterior):
 - Usar as mesmas letras do caso **c**, conforme os materiais usados.

- **h:** Forma de agrupamento dos condutores isolados:
 - Cableados ou torcidos **Nada**
 - Dispostos paralelamente **D**

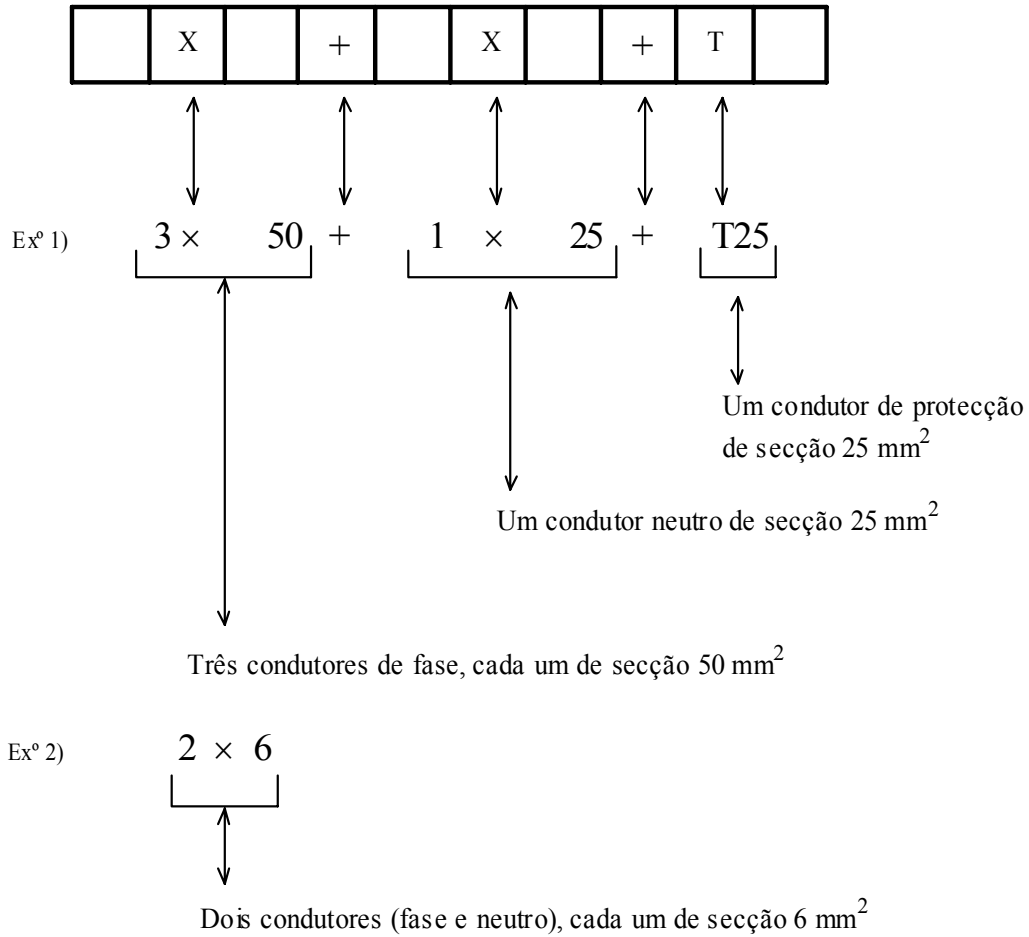
- **I:** Indicações diversas:
 - Cabos auto-suportados **S**

○ **Exemplos:**

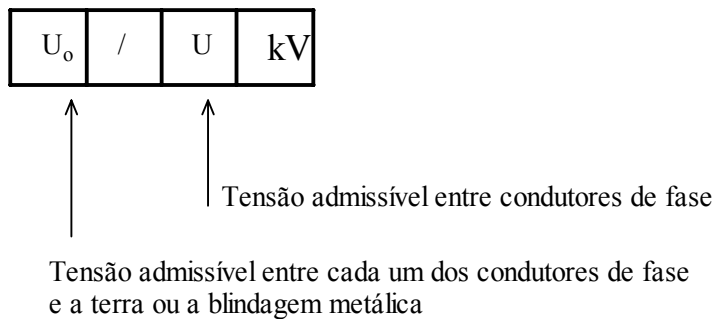
| | a | b | c | d | e | f | g | h | i | |
|-----|---|----|---|----|---|---|---|---|---|--|
| (1) | | | V | | | | | | | ← Condutor V |
| (2) | F | | V | | | | | | | ← Condutor FV |
| (3) | | | V | | | | V | D | | ← Cabo VVD |
| (4) | | | V | H | | | V | | | ← Cabo VHV |
| (5) | | LS | V | | | A | V | | | ← Cabo LSVAV |
| (6) | | | V | | | A | V | | | ← Cabo VAV |
| (7) | | L | X | HI | O | | V | | | ← Cabo LXHIOV* |
| (8) | | | X | | | | V | | | ← Cabo XV |
| (9) | | L | X | | | | | | S | ← Condut. Isol. em feixe (torçada) LXS |

*LXHIOV: Cabo com alma condutora em alumínio multifilar, isolado a PEX, dotado de ecrã individual por condutor concêntrico e com bainha exterior em PVC.

• **Código alfanumérico: Parte 2**



• **Código alfanumérico: Parte 3**



• **Exemplo** de designação completa de um cabo, segundo a NP665:

VV 2 x 25 0,8/1,2 kV

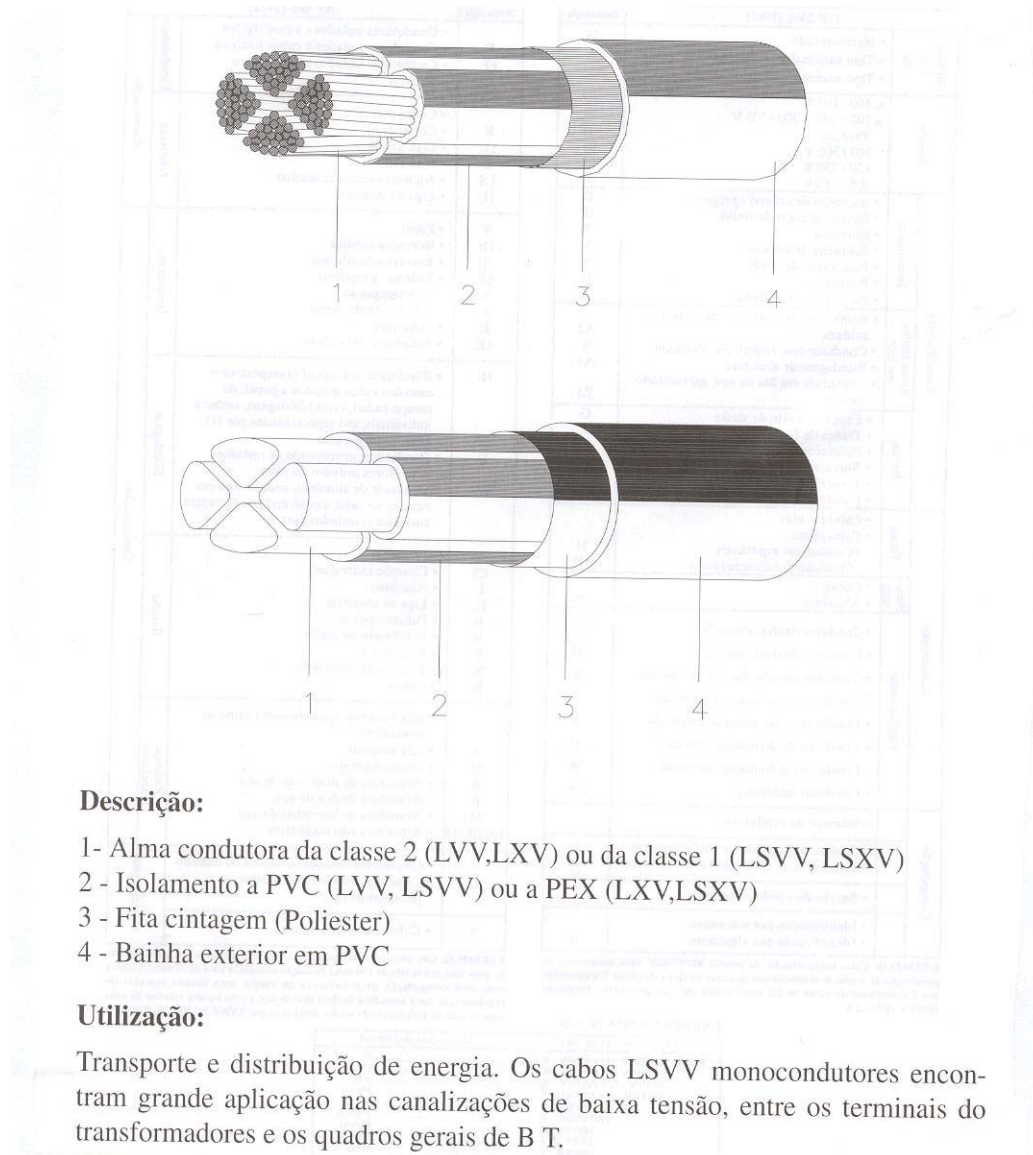
5.2. CONSTITUIÇÃO DE ALGUNS CABOS CODIFICADOS CONFORME A NP 665

- **Cabos para Baixa Tensão ($U \leq 1000V$)** (Nota: No anexo 1 são indicadas as características dimensionais dos cabos aqui apresentados, enquanto que no anexo 3 são indicadas as suas principais aplicações)

- **Cabos não Armados do Tipo LVV, LSVV, LXV, LSXV:**

(Norma de fabrico: CEI 60502 – 1)

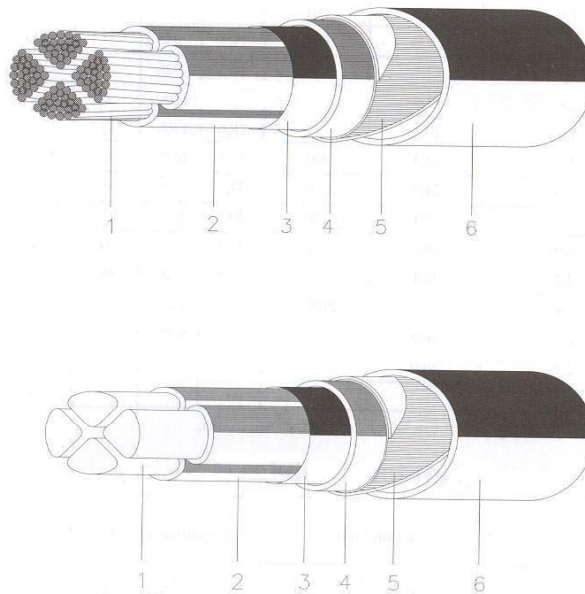
(Tensão estipulada: 0,6/1 kV)



○ **Cabos Armados do Tipo LVAV, LSVAV, LXAV, LSXAV:**

(Norma de fabrico: CEI 60502 – 1)

(Tensão estipulada: 0,6/1 kV)



Descrição:

- 1- Alma condutora da classe 2 (LVAV, LXAV) ou da classe 1 (LSVAV, LSXAV)
- 2- Isolamento a PVC (LVAV, LSVAV) ou a PEX (LXAV, LSXAV)
- 3- Fita de cintagem (Poliéster)
- 4- Bainha interior de PVC
- 5- Armadura de fitas de aço
- 6- Bainha exterior de PVC

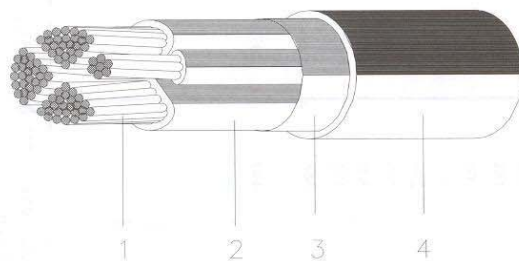
Utilização:

Transporte e distribuição de energia. Próprias para canalização enterrada.

○ **Cabos não Armados do Tipo VV, XV e Armados do Tipo VAV, XAV:**

(Norma de fabrico: CEI 60502 – 1)

(Tensão estipulada: 0,6/1 kV)

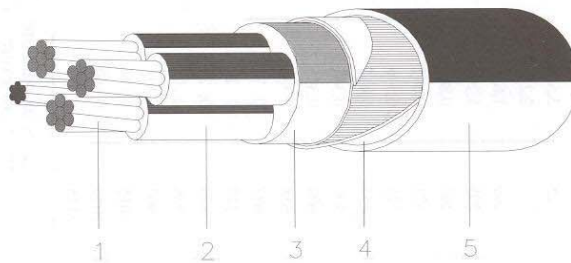


Descrição:

- 1 - Alma condutora da classe 2
- 2 - Isolamento a PVC (VV) ou PEX (XV)
- 3 - Fita de cintagem (Poliéster)
- 4 - Bainha exterior de PVC

Utilização:

Transporte e distribuição de energia.



Descrição:

- 1 - Alma condutora da classe 2
- 2 - Isolamento a PVC (VAV) ou PEX (XAV)
- 3 - Bainha interior de PVC
- 4 - Armadura
- 5 - Bainha exterior de PVC

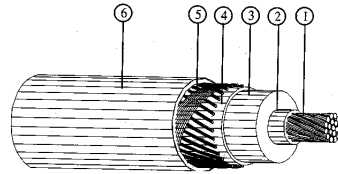
Utilização:

Transporte e distribuição de energia. Próprios para canalização enterrada.

- **Cabos para Média Tensão ($1000\text{ V} < U < 45000\text{ V}$)** (Nota: No anexo 2 são indicadas as características técnicas dos cabos aqui apresentados)

- **Cabo Monopolar do Tipo LXHIV, LXHIOV, XHIV, XHIOV:**

(Tensões estipuladas: 6/10 kV ; 8,7/15 kV ; 12/20 kV ; 18/30 kV)

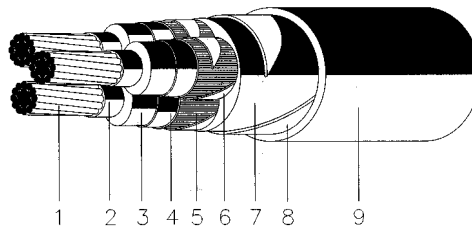


Descrição:

- 1 - Alma rígida em alumínio ou cobre
- 2 - Bainha semicondutora interior
- 3 - Isolação em PEX
- 4 - Camada semicondutora exterior
- 5 - Écran metálico em cobre (fita ou fios e fita)
- 6 - Bainha exterior em PVC (poderá ser em PE, sob encomenda)

- **Cabo Tripolar do Tipo LXHIAV, LXHIOAV, XHIAV, XHIOAV:**

(Tensões estipuladas: 6/10 kV ; 8,7/15 kV ; 12/20 kV)



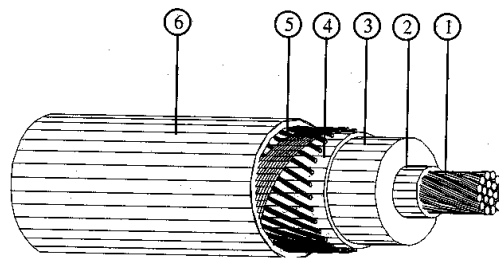
Descrição:

- 1- Alma rígida em alumínio ou cobre
- 2 - Bainha semi-condutora extrudida
- 3 - Camada isolante em PEX
- 4 - Bainha semi-condutora extrudida
- 5 - Fita semi-condutora
- 6 - Écran metálico em cobre
- 7 - Bainha de enchimento
- 8 - Armadura em fita de aço
- 9 - Bainha exterior

Cabos para Alta Tensão ($45000 \text{ V} \leq U \leq 225000 \text{ V}$) (Nota: No anexo 2 são indicadas as características técnicas dos cabos aqui apresentados)

○ **Cabo Monopolar do Tipo LXHIV, LXHIOV, XHIV, XHIOV:**

(Tensões estipuladas: 64/110 kV ; 76/138 kV ; 87/150 kV)



Descrição:

- 1 - Alma rígida em alumínio ou cobre
- 2 - Bainha semicondutora interior
- 3 - Isolação em PEX
- 4 - Camada semicondutora exterior
- 5 - Écran metálico em cobre (fita ou fios e fita)
- 6 - Bainha exterior em PVC (poderá ser em PE, sob encomenda)

5.3 DESIGNAÇÃO SEGUNDO A NORMA NP2361

- Conforme se referiu anteriormente, a norma portuguesa NP2361 (1984) veio alterar o sistema de codificação referido na norma NP665 (1972), relativamente à maioria dos cabos usados em baixa tensão.
- No quadro 7 estão inscritos os símbolos que são usados para construir os códigos de identificação dos condutores isolados e cabos, no âmbito da aplicação da NP2361. É ainda apresentado um exemplo de codificação: HO5 VV – F3G2,5.
- Relativamente à composição dos cabos, chama-se a atenção para o seguinte: quando as secções das fases, do neutro e do condutor de protecção forem diferentes, a designação deve traduzir essa situação sem ambiguidades, como acontece nos exemplos seguintes:
 - ✓ 2×25 ← dois condutores de 25 mm^2 (fase e neutro).
 - ✓ 4×10 ← quatro condutores de 10 mm^2 (três de fase e um neutro).
 - ✓ $3 \times 35 + 2G16$ ← três condutores de 35 mm^2 (três condutores de fase) e mais dois condutores de 16 mm^2 , sendo um deles o condutor de protecção.
- No quadro 8 é apresentada a correspondência entre as designações das normas NP2361 e NP665, para um conjunto de cabos. De notar que o sistema da NP2361 é mais completo, embora, claro, não seja tão simples como o sistema da NP665.

SÍMBOLOS UTILIZADOS NAS DESIGNAÇÕES DE CONDUTORES ISOLADOS E CABOS ISOLADOS
PARA INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS DE ACORDO COM A NP-2361(HD 361)

| | | (1) EXEMPLO | H | 05 | V | V | | | - F | 3 | G | 2,5 |
|---------------------------------|---------------------------------------|---|-----|----|---|---|--|--|-----|---|---|-----|
| | | SÍMBOLO | | | | | | | | | | |
| NOR- MALI- ZAÇÃO | • Harmonizado | H | | | | | | | | | | |
| | • Tipo nacional reconhecido | A | | | | | | | | | | |
| TENSÃO | • Tipo nacional não reconhecido | PT-N | | | | | | | | | | |
| | < 100/100 V | 00 | | | | | | | | | | |
| | ≥ 100/100; < 300/300 V | 01 | | | | | | | | | | |
| | 300/300 V | 03 | | | | | | | | | | |
| | 300/500 V | 05 | | | | | | | | | | |
| | 450/750 V | 07 | | | | | | | | | | |
| 0,6/1 kV | 1 | | | | | | | | | | | |
| CONSTITUINTES | ISOLAMENTO | • Borracha de etileno - propileno | B | | | | | | | | | |
| | | • Etileno acetado de vinilo | G | | | | | | | | | |
| | | • Borracha | R | | | | | | | | | |
| | | • Borracha de silicone | S | | | | | | | | | |
| | | • Policloreto de vinilo | V | | | | | | | | | |
| REVESTIMENTO METÁLICO/ARMADURAS | | • Polietileno reticulado | X | | | | | | | | | |
| CONSTRUÇÃO | FORMA | • Bainha lisa de alumínio, extrudida ou soldada | A2 | | | | | | | | | |
| | | • Conductor concêntrico em alumínio | A | | | | | | | | | |
| | | • Blindagem de alumínio | A7 | | | | | | | | | |
| | | • Armadura em fita de aço galvanizado ou não | Z4 | | | | | | | | | |
| BAINHA | | • Etileno-acetato de vinilo | G | | | | | | | | | |
| | | • Trança de fibra de vidro | J | | | | | | | | | |
| | | • Policloropreno | N | | | | | | | | | |
| | | • Borracha | R | | | | | | | | | |
| | | • Trança têxtil | T | | | | | | | | | |
| | | • Policloreto de vinilo | V | | | | | | | | | |
| CONSTRUÇÃO | NATU-REZA | • Cabo circular | H | | | | | | | | | |
| | | • Cabo plano: | H2 | | | | | | | | | |
| | | - Condutores separáveis | | | | | | | | | | |
| COMPOSIÇÃO | FLEXIBILIDADE | - Condutores não separáveis | | | | | | | | | | |
| | | • Cobre | - A | | | | | | | | | |
| | | • Alumínio | | | | | | | | | | |
| | | • Conductor flexível classe 5 | - F | | | | | | | | | |
| | | • Conductor flexível classe 6 | - H | | | | | | | | | |
| | | • Conductor ou cabo flexível p/ instal. fixa | - K | | | | | | | | | |
| | | • Conductor rígido circular cableado | - R | | | | | | | | | |
| | • Conductor rígido sectorial cableado | - S | | | | | | | | | | |
| | • Conductor rígido maciço circular | - U | | | | | | | | | | |
| | • Conductor rígido maciço sectorial | - W | | | | | | | | | | |
| | • Conductor helicoidal | - Y | | | | | | | | | | |
| COMPOSIÇÃO | | • Número de condutores | | | | | | | | | | |
| | | • Ausência do condutor verde/amarelo | x | | | | | | | | | |
| | | • Existência de condutor verde/amarelo | G | | | | | | | | | |
| | | • Secção do condutor (mm²) | | | | | | | | | | |
| | • Identificação por coloração | | | | | | | | | | | |
| | • Identificação por algarismo | N | | | | | | | | | | |

(1) Cabo harmonizado, de tensão 300 /500 V, com isolamento de policloreto de vinilo, com condutores de cobre flexíveis da classe 5, constituído por 3 condutores de cobre de 2,5 mm², sendo um o de protecção.

Quadro 7: Codificação de Condutores e Cabos segundo a Norma NP2361.

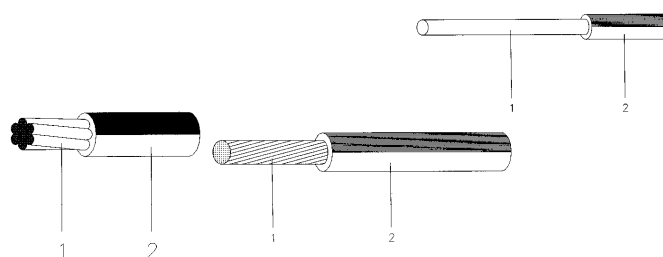
| Designação segundo a NP-2361 (1984) | Designação segundo a NP-665 (1972) |
|---|------------------------------------|
| H05V-U H07V-U H07V-R | V |
| H05V-K H07V-K | FV |
| A05VV-U A05VV-R | VV ⁽¹⁾ |
| H03VV-F H05VV-F | FVV |
| PT-N05VVH2-U | VVD |
| H03VVH2-F | FVVD |
| H03VH-H | FFVD |
| H03RT-F | FBT |
| H05RR-F | FBB |
| H07RN-F | FBBN |
| <p>(1) Para além dos cabos harmonizados para a tensão de 300/500 V contínua ainda a existir o cabo VV (0,6/1 kV) utilizado em redes de distribuição, nas canalizações enterradas e nas canalizações exteriores.</p> | |

Quadro 8: Equivalência entre as Normas NP2361 e NP665.

5.4. CONSTITUIÇÃO DE ALGUNS CABOS CODIFICADOS CONFORME A NP 2361

○ Condutores do Tipo H 0 7 V – U (R ou K):

(Norma de fabrico: NP - 2356)
(Tensão estipulada: 450 / 750 V)



Descrição:

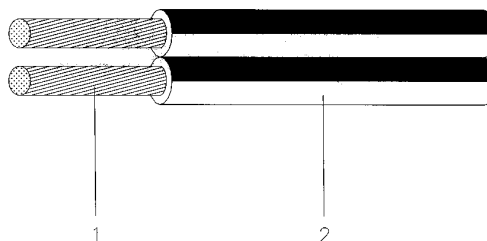
- 1) Alma condutora da classe 1 (U), da classe 2 (R) ou da classe 5 (K)
- 2) Isolamento de PVC

Utilização:

Aplicado na montagem de quadros eléctricos e em interiores de edifícios em instalações embebidas.

○ Cabo do Tipo H 0 3 V H – H:

(Norma de fabrico: NP - 2356)
(Tensão estipulada: 300 / 300 V)



Descrição:

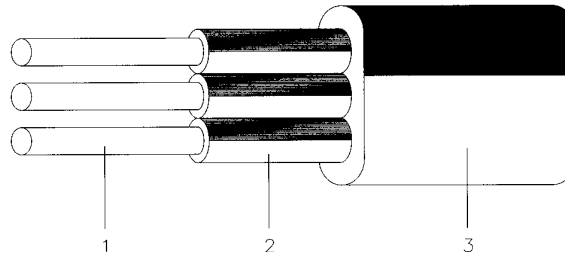
- 1) Alma condutora da classe 6
- 2) Isolamento de PVC

Utilização:

Utilizado nas ligações dos aparelhos domésticos móveis.

- **Cabo do Tipo PT – N05 VV H2 – U:**
(Antiga designação: VVD)

(Norma de fabrico: NP - 3325)
(Tensão estipulada: 300 / 500 V)



Descrição:

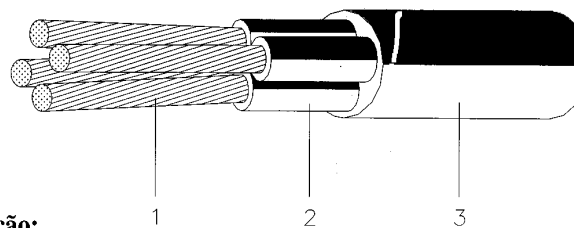
- 1) Alma condutora rígida de Cobre
- 2) Isolamento de PVC
- 3) Bainha exterior de PVC

Utilização e Instalação:

Utiliza-se em instalações fixas à vista, no interior de edifícios.

- **Cabo do Tipo H 0 5 VV – F:**

(Norma de fabrico: NP - 2356)
(Tensão estipulada: 300 / 500 V)



Descrição:

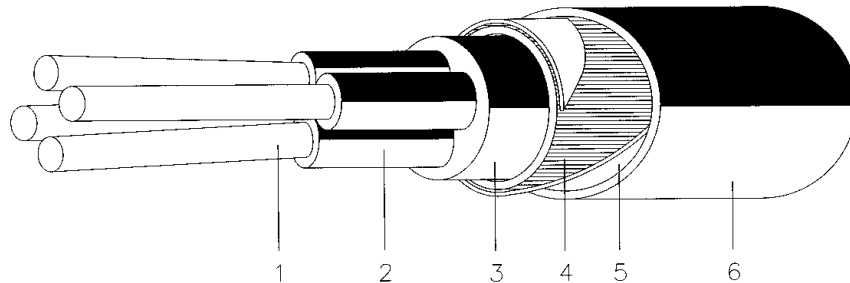
- 1) Alma condutora flexível de Cobre
- 2) Isolamento de PVC
- 3) Bainha exterior de PVC

Utilização:

Utilizado nas ligações dos aparelhos domésticos, em sinalização e comando.

- **Cabo do Tipo PT – N07 VA7 V – U (R):**
(Antiga designação: VHV)

(Norma de fabrico: NP - 3325)
(Tensão estipulada: 450 / 750 V)



Descrição:

- 1) Alma condutora rígida de Cobre
- 2) Isolamento de PVC
- 3) Bainha interior de PVC
- 4) Fios de continuidade em Cobre estanhado
- 5) Blindagem em fita de Alumínio
- 6) Bainha exterior de PVC

Utilização:

Transporte e distribuição de energia em edifícios e instalações industriais, comando e sinalização.
Montados ao ar livre ou em interiores em caleiras ou condutas.

5.5 DESIGNAÇÃO SEGUNDO A NORMA NP889

- A codificação de condutores isoladores e cabos segundo a norma NP889 não tem por objectivo uma descrição da constituição dos mesmos, ao contrário do que acontecia com as codificações anteriormente referidas (NP665 e NP2361). O objectivo daquela codificação é, antes, classificar (com um determinado *grau*, ou *classe*) o comportamento de um cabo, relativamente a um conjunto de características indicadas no quadro 9. Para cada uma dessas características estão indicados, no quadro 10, os significados das várias classes (de acordo com o artigo 106º do RSIUEE).

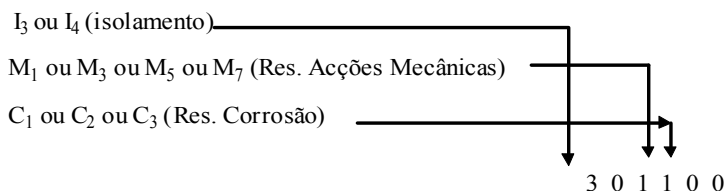
- Com base neste sistema, a codificação de um cabo consiste num conjunto de seis algarismos ordenados (da característica *Isolamento*, para a característica *Temperatura*), indicando, para cada característica, a respectiva classe considerada (Por exemplo, 201111).

| Característica | Nº de classes | Designação das classes * |
|--|---------------|---|
| I solamento | 4 | I ₁ , I ₂ , I ₃ , I ₄ |
| F lexibilidade | 3 | F ₀ , F ₁ , F ₂ |
| Resistência a acções M ecânicas | 4 | M ₁ , M ₃ , M ₅ , M ₇ |
| Resistência à C orrosão | 4 | C ₀ , C ₁ , C ₂ , C ₃ |
| B lindagem Eléctrica | 2 | B ₀ , B ₁ |
| T emperatura Ambiente | 4 | T ₀ , T ₁ , T ₂ , T ₃ |

* Ver no quadro 10 o significado de cada uma das classes

Quadro 9: Características e Classes segundo a NP889.

- Uma análise cuidada do quadro 10 permite concluir que as classes têm um grau de exigência crescente, especialmente para as três características seguintes: *Isolamento*, *Resistência às Acções Mecânicas* e *Resistência à Corrosão*.
- Esta graduação crescente, permite, então, definir (ou mesmo, exigir, como é habitual num “caderno de encargos”) um conjunto de características mínimas que devem possuir os condutores isolados, ou cabos, a usar num determinado local. Afinal, trata-se de adequar as características dos cabos ao tipo de local em que vão ser instalados.
- Um exemplo (retirado do artº 113º do RSIVÉE): “*Nas canalizações pré-fabricadas, os condutores isolados, ou cabos, não deverão ter características inferiores às dos classificados sob o código 301100*”. Na verdade, a exigência que se faz é de que sejam usados condutores isolados, ou cabos, das seguintes classes (para cada uma das três características referidas acima):



- Atendendo ao espírito da presente codificação, compreende-se, facilmente, que é possível haver cabos de constituições diferentes mas com o mesmo código.

Quanto ao isolamento (I):

- Classe I₁ – Condutores isolados e cabos de tensão nominal 100/100 V;
- Classe I₂ – Condutores isolados e cabos de tensão nominal 300/500 V;
- Classe I₃ – Condutores isolados e cabos de tensão nominal 450/750 V ou 0,8/1,2 kV;
- Classe I₄ – Cabos de tensão nominal superior a 0,8/1,2 kV;

Quanto à flexibilidade (F):

- Classe F₀ – Condutores isolados e cabos, rígidos;
- Classe F₁ – Condutores isolados e cabos, flexíveis;
- Classe F₂ – Condutores isolados e cabos, extraflexíveis;

Quanto à resistência às acções mecânicas (M):

- Classe M₁ – Condutores isolados e cabos sem resistência particular às acções mecânicas;
- Classe M₃ – Cabos com resistência ligeira às acções mecânicas, conferida por uma bainha;
- Classe M₅ – Cabos com resistência normal às acções mecânicas, conferida por duas bainhas ou por uma bainha reforçada;
- Classe M₇ – Cabos com resistência reforçada às acções mecânicas, conferida por uma armadura;

Quanto à resistência à corrosão (C):

- Classe C₀ – Condutores isolados e cabos sem resistência particular à corrosão;
- Classe C₁ – Condutores isolados e cabos resistentes à corrosão pela humidade;
- Classe C₂ – Condutores isolados e cabos resistentes à corrosão pelos agentes atmosféricos;
- Classe C₃ – Cabos resistentes à corrosão por agentes químicos específicos;

Quanto à blindagem eléctrica (B):

- Classe B₀ – Condutores isolados e cabos sem blindagem eléctrica;
- Classe B₁ – Cabos com blindagem eléctrica;

Quanto à temperatura ambiente (T):

- Classe T₀ – Condutores isolados e cabos para temperaturas ambientes habituais (compreendidas entre –5°C e +40°C);
- Classe T₁ – Condutores isolados e cabos para temperaturas ambientes baixas (inferiores a –5°C);
- Classe T₂ – Condutores isolados e cabos para temperaturas ambientes altas (superiores a +40°C);
- Classe T₃ – Condutores isolados e cabos sem limite definido de temperaturas ambientes, cobrindo uma larga gama de temperaturas que incluem baixas e altas temperaturas.

Quadro 10: Classes segundo a NP889.

- A seguir, e a título de exemplo, indicamos os códigos para alguns tipos de cabos, onde se comprova aquilo que acabamos de afirmar.

| | |
|---|--------|
| FV, FVD, FBT..... | 211100 |
| V, LV..... | 301100 |
| VV, LVV..... | 305100 |
| VV, LVV c/ baínha exterior de cor negra..... | 305200 |
| PCAV, LPCAV, VAV, LVAV..... | 307210 |
| PHCV, LPHCV, PCV, LPCV (4,8/7,2 kV)..... | 405210 |
| PCAV, LPCAV, PCMV, PCRV, LPRV, LPCRV (2,4 /3,6 kV)..... | 407210 |

- A lista completa das codificações dos condutores isolados e cabos mais usualmente empregados, pode ser encontrada nos quadros III e IV do anexo do RSIUEE (artigo 107°).

6. INTENSIDADE DE CORRENTE MÁXIMA ADMISSÍVEL NUMA CANALIZAÇÃO

6.1 ESTABELECIMENTO DA EXPRESSÃO DA CORRENTE MÁXIMA ADMISSÍVEL NUM CABO EM REGIME PERMANENTE

- Consideremos um condutor isolado, percorrido pela corrente I , sendo r_1 o raio da alma condutora e r_2 o raio exterior da isolamento sobre a alma condutora (ver figura 26). Sabe-se ainda que o material isolante tem uma resistividade térmica de ρ_θ (em °C m/W) e que o meio exterior ao condutor isolado tem uma temperatura, θ_{exterior} .

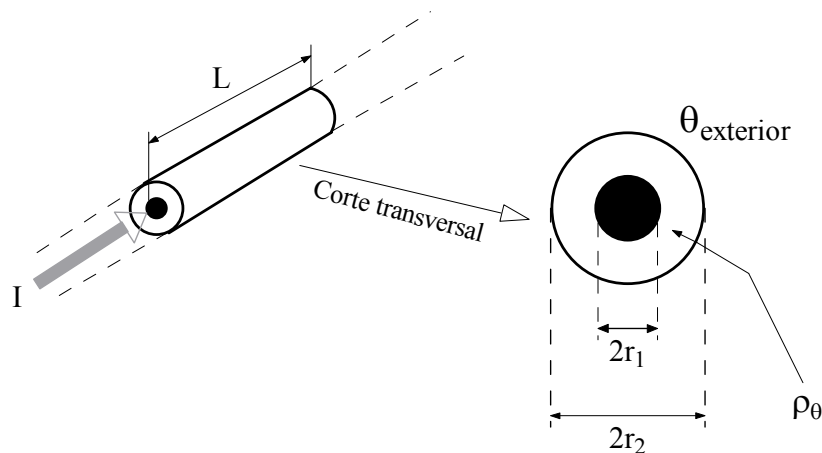


Figura 26: Características de um Condutor percorrido pela Corrente I .

- Numa porção de condutor, de comprimento L , ocorrem perdas de Joule na alma condutora, com o conseqüente aquecimento da mesma. Esta potência calorífica, P_J pode ser calculada pela expressão:

$$P_J = \rho \frac{L}{\pi r_1^2} I^2 \quad [\text{W}]$$

Em que ρ é a resistividade eléctrica do material da alma condutora.

- A potência calorífica, P_J , é conduzida para o exterior através da isolação (ver figura 27), estabelecendo-se uma sobre-elevação da temperatura na alma condutora, relativamente ao exterior, que pode ser calculada, pela *lei de ohm térmica*:

$$\Delta\theta = R_\theta P_J$$

Com:

$$\bullet \Delta\theta = \theta_{\text{alma}} - \theta_{\text{exterior}} \quad [^\circ\text{C}]$$

$$\bullet R_\theta = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi L} \rho_\theta \quad [^\circ\text{C}/\text{W}]$$

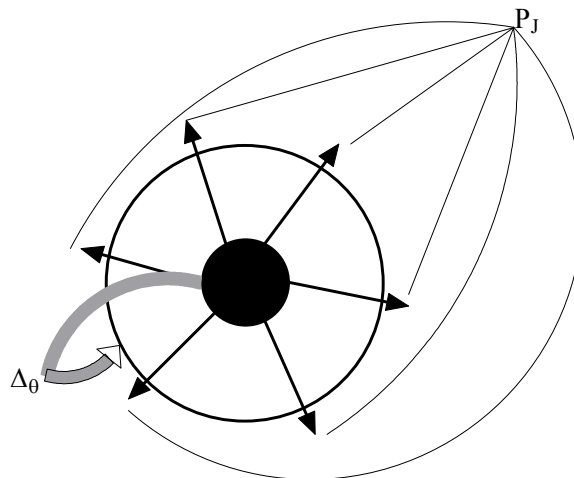


Figura 27: Lei de Ohm Térmica.

- Vamos, agora, deduzir esta última expressão de R_θ , partindo, para o efeito, da expressão que traduz a *lei de Ohm térmica* num elemento infinitesimal de espessura dr (ver figura 28):

$$d\theta = -\rho_0 \frac{dr}{2\pi r L} P_J \quad (\text{Nota: } 2\pi r L \text{ é a área lateral de um cilindro de altura } L, \text{ sendo } r \text{ o raio da base})$$

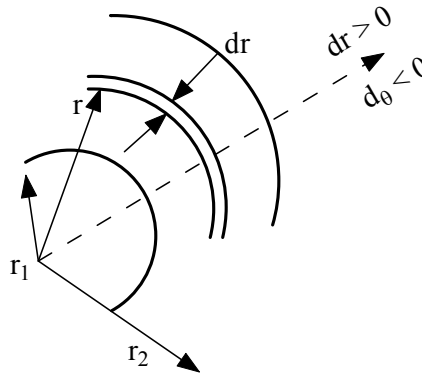


Figura 28: Elemento da isolação de espessura infinitesimal dr.

- Assim, vem sucessivamente:

$$\begin{aligned} \bullet d\theta &= -\rho_0 \frac{dr}{2\pi r L} P_J \\ \bullet \int_{\theta_{\text{alma}}}^{\theta_{\text{exterior}}} -d\theta &= \int_{r_1}^{r_2} \rho_0 \frac{dr}{2\pi r L} P_J \\ \bullet \theta_{\text{alma}} - \theta_{\text{exterior}} &= \frac{P_J}{2\pi L} \rho_0 \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} \\ \bullet \Delta\theta &= \frac{P_J}{2\pi L} \rho_0 (\ln r_2 - \ln r_1) \\ &= \frac{P_J}{2\pi L} \rho_0 \ln \frac{r_2}{r_1} \\ \bullet \Delta\theta &= \frac{r_1}{2\pi L} \rho_0 P_J \quad \text{c.q.d.} \\ &\downarrow \\ &R_\theta \end{aligned}$$

- Substituindo nesta última expressão, P_J , pela expressão da página anterior, vem:

$$\theta_{\text{alma}} - \theta_{\text{exterior}} = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{2\pi L} \rho_0 \times \rho \frac{L}{\pi r_1^2} I^2$$

- Resolvendo esta última equação em ordem a I, vem:

$$I = \sqrt{\frac{\theta_{\text{alma}} - \theta_{\text{exterior}}}{\ln \frac{r_2}{r_1} \frac{1}{2\pi} \rho_{\theta} \times \frac{1}{\pi r_1^2} \rho}}$$

Sendo:

$$\begin{aligned} & \ln \frac{r_2}{r_1} \\ & \bullet \frac{1}{2\pi} \rho_{\theta} \\ & \bullet \frac{1}{\pi r_1^2} \rho \end{aligned}$$

Respectivamente, a *Resistência Térmica da Camada Isolante* em °C m/W e a *Resistência da Alma Condutora à Temperatura de Serviço*, em Ω/m

- Se na expressão acima, substituirmos θ_{alma} por θ_p (θ_p = temperatura máxima admissível na alma condutora, em regime permanente, sendo imposta pelo isolamento), vem $I = I_p$ (I_p = intensidade de corrente máxima admissível em regime permanente):

$$I_p = \sqrt{\frac{\theta_p - \theta_{\text{exterior}}}{\ln \frac{r_2}{r_1} \frac{1}{2\pi} \rho_{\theta} \times \frac{1}{\pi r_1^2} \rho}}$$

- Em conclusão: I_p , é a intensidade de corrente máxima admissível num condutor isolado, colocado num meio envolvente de temperatura, θ_{exterior} (temperatura ambiente), cuja alma condutora tem resistividade, ρ e secção, πr_1^2 e cuja camada isolante tem uma resistividade térmica, ρ_{θ} , espessura, $(r_2 - r_1)$ e temperatura máxima, em regime permanente, θ_p .

- Da expressão que acabamos de obter podemos tirar:

- a) Corrente máxima admissível para uma temperatura ambiente, $\theta'_{\text{exterior}}$, diferente de θ_{exterior} :

$$I'_p = I_p \sqrt{\frac{\theta_p - \theta'_{\text{exterior}}}{\theta_p - \theta_{\text{exterior}}}}$$

- b) Temperatura θ' atingida pela alma condutora para uma corrente a transmitir, I' , diferente de I_p :

$$\frac{I'}{I_p} = \sqrt{\frac{\theta' - \theta_{\text{exterior}}}{\theta_p - \theta_{\text{exterior}}} \times \frac{\rho}{\rho'}}$$

Com:

$$\frac{\rho}{\rho'} = \frac{1 + \alpha_{20}(\theta_p - 20)}{1 + \alpha_{20}(\theta' - 20)}$$

6.2 TABELAS DE INTENSIDADES DE CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS

- A *intensidade de corrente máxima admissível*, em regime permanente, numa canalização, é o valor da intensidade de corrente que provoca, no estado de equilíbrio térmico, o aquecimento das almas condutoras dos cabos, até ao valor máximo permitido. Como já foi referido atrás, a temperatura de funcionamento é imposta pela isolação, uma vez que aquela temperatura não pode ser superior à que está estabelecida pelas características do material isolante (por exemplo, 70° C para o PVC, ou 90° C para o PEX, como se pode ver no Quadro 6).
- A importância daquela corrente, resulta do facto de que o critério base para a fixação da secção de um condutor isolado, ou cabo, passa pela verificação de que a corrente de serviço previsível na canalização, é igual ou inferior à corrente máxima admissível no condutor isolado, ou cabo.
- A intensidade de corrente máxima admissível numa canalização depende, para além das características dimensionais, eléctricas e térmicas dos cabos, das condições de instalação dos mesmos (forma de agrupamento dos condutores, temperatura ambiente, etc) e do local onde se encontra colocada a canalização (enterrada ou ao ar livre; com, ou sem, entubamento), já que estes factores condicionam directamente a dissipação das perdas térmicas geradas nos cabos.
- As correntes admissíveis, em função do tipo de isolamento, do tipo de alma condutora, do número e secção dos condutores, considerando uma determinada temperatura ambiente de referência, e determinadas condições de instalação e de localização das canalizações, são indicadas na regulamentação de segurança e/ou catálogos de fabricantes, sob a forma de “Tabelas de Intensidades de Corrente Máximas Admissíveis”.

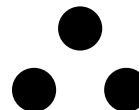
protecção (se existir) são excluídos da contagem. Todavia, deve notar-se que há fabricantes que preferem antes a indicação “3-4 condutores”;

- Nos sistemas trifásicos (coluna 3), as intensidades de corrente indicadas, dependendo dos fabricantes e/ou das tabelas, tanto podem referir-se a cabos multipolares (com três, quatro ou cinco condutores) como a sistemas de cabos unipolares juntos (sistemas “juntivos”);
- A propósito, convém recordar quais os modos habituais de colocação de cabos monopolares em sistemas trifásicos:

✓ Em Esteira



✓ Em Triângulo (Trevo)



✓ Em Esteira juntiva



✓ Em Triângulo (Trevo) juntivo



- As tabelas apresentam em rodapé a especificação das condições de instalação que foram consideradas para o cálculo das correntes máximas admissíveis, nomeadamente, se forem aplicáveis, as seguintes:
 - ✓ Temperatura ambiente;
 - ✓ Temperatura do solo;
 - ✓ Resistividade térmica do solo;
 - ✓ Profundidade do enterramento.

- Sempre que as condições de instalação de uma canalização, não coincidirem com aquelas que foram consideradas numa tabela em uso, será necessário afectar as correntes admissíveis, de factores de correcção, de valores adequados, como veremos adiante. No entanto, deve notar-se que há fabricantes que fornecem tabelas já com as correntes admissíveis corrigidas para as novas condições de utilização, o que dispensa a aplicação de factores de correcção. Assim, sugere-se alguma atenção e prudência, no uso das tabelas de intensidades de corrente máximas admissíveis.
- A título de exemplo, é apresentada de seguida (figura 30) uma tabela de intensidades de corrente admissíveis, retirada de um catálogo editado por um determinado fabricante de

cabos nacional. No anexo 6 são apresentadas diversas tabelas para um conjunto de cabos de baixa tensão de emprego comum.

| TABELAS DE INTENSIDADES DE CORRENTES ADMISSÍVEIS | | | | | | | | |
|--|---|-------|----------------|-------|---------------------------|-------|----------------|-------|
| CABOS DE BAIXA TENSÃO | | | | | | | | |
| TIPO | PT – N05 VV – U / H05 VV – F / VV / VAV | | | | LVV / LSVV / LVAV / LSVAV | | | |
| SECÇÃO (mm ²) | COBRE | | | | ALUMÍNIO | | | |
| | 2 CONDUTORES | | 3-4 CONDUTORES | | 2 CONDUTORES | | 3-4 CONDUTORES | |
| | ENTERR. | AO AR | ENTERR. | AO AR | ENTERR. | AO AR | ENTERR. | AO AR |
| 0.5 | - | 14 | - | 12 | - | - | - | - |
| 1 | - | 17 | - | 15 | - | - | - | - |
| 1.5 | 30 | 22 | 25 | 20 | - | - | - | - |
| 2.5 | 40 | 30 | 35 | 28 | - | - | - | - |
| 4 | 50 | 40 | 45 | 36 | - | - | - | - |
| 6 | 65 | 50 | 60 | 48 | - | - | - | - |
| 10 | 90 | 70 | 80 | 65 | - | - | - | - |
| 16 | 120 | 95 | 110 | 90 | 95 | 75 | 90 | 70 |
| 25 | 155 | 125 | 135 | 110 | 125 | 100 | 110 | 90 |
| 35 | 185 | 150 | 165 | 130 | 150 | 120 | 130 | 105 |
| 50 | 220 | 180 | 190 | 150 | 175 | 145 | 150 | 120 |
| 70 | 280 | 225 | 245 | 195 | 225 | 180 | 195 | 155 |
| 95 | 335 | 270 | 295 | 235 | 270 | 215 | 235 | 190 |
| 120 | 380 | 305 | 340 | 270 | 305 | 245 | 270 | 215 |
| 150 | 435 | 350 | 390 | 310 | 350 | 280 | 310 | 250 |
| 185 | 490 | 390 | 445 | 355 | 390 | 310 | 355 | 285 |
| 240 | 570 | 455 | 515 | 410 | 455 | 365 | 410 | 330 |
| 300 | 640 | 510 | 590 | 470 | 510 | 410 | 470 | 375 |
| 400 | 760 | 610 | 700 | 560 | 610 | 490 | 560 | 450 |
| 500 | - | - | - | - | - | - | - | - |

As correntes indicadas são para as seguintes condições de instalação:

- Temperatura ambiente: 20° C (40° C para *Torçadas*)
- Temperatura do solo: 20° C
- Resistência térmica do solo: 70° C. cm/W
- Profundidade de enterramento: 0.5 a 0.7 m
- Temperatura no condutor: 70° C para isolamentos a PVC e 90° C para isolamentos a XLPE

Figura 30: Tabela Típica de Intensidades de Corrente Admissíveis.

6.3 FACTORES DE CORRECÇÃO

- Se as condições de instalação de uma canalização forem diferentes das que presidiram à elaboração de uma tabela de correntes máximas admissíveis em uso, há que corrigir estas correntes usando a expressão:

$$(I_Z)_{real} = I_Z \times K_a \times K_b \times K_c \times \dots$$

Com

- ✓ I_Z : Intensidade de corrente retirada da tabela.

- ✓ $(I_z)_{\text{real}}$: Intensidade de corrente corrigida.
- ✓ K_i ($i=a, b, c, \dots$): factores (ou coeficientes) de correcção.
- Os factores de correcção, eventualmente a considerar, contemplam as seguintes situações:
 - a. Temperatura ambiente (só para canalizações ao ar);
 - b. Temperatura do solo (só para canalizações enterradas);
 - c. Profundidade de enterramento (só para canalizações enterradas)
 - d. Resistividade térmica do solo (só para canalizações enterradas)
 - e. Agrupamento de canalizações;
 - f. Cabos entubados;
 - g. Outras situações particulares de instalação.

Sempre que, relativamente a qualquer um destes itens ($i = a, b, c, \dots$), se verificar a concordância com as condições definidas na tabela em uso, será de usar um $K_i = 1$, na expressão anterior.

- De seguida, vamos detalhar, para cada um daqueles factores, alguns aspectos particulares, apresentando as correspondentes “**Tabelas de Factores de Correcção**”, no anexo 7.

a) Temperatura do Ar Ambiente

- A correcção da corrente máxima admissível para uma temperatura ambiente diferente da temperatura de referência, já foi tratada atrás (capítulo 6.1). Recorda-se aqui a forma da expressão que foi estabelecida:

$$I'_p = I_p \sqrt{\frac{\theta_p - \theta'_{\text{ambiente}}}{\theta_p - \theta_{\text{referencia}}}}$$

Recorde-se, ainda, que θ_p é a temperatura máxima admissível na alma condutora, em regime permanente. Assim, deduz-se facilmente a expressão a usar para o cálculo do coeficiente de correcção, K :

$$K = \sqrt{\frac{\theta_p - \theta'_{\text{ambiente}}}{\theta_p - \theta_{\text{referencia}}}}$$

- Na **Tabela 7A** do anexo 7 está indicado o valor de K para diferentes valores de θ_p e $\theta'_{\text{ambiente}}$, sendo considerada uma temperatura de referência, $\theta_{\text{referencia}}$, de 30 °C.

b) Temperatura do Solo

- O Coeficiente de correcção a aplicar tem uma expressão semelhante à que acabamos de apresentar para a temperatura do ar ambiente, bastando substituir, naquela expressão, $\theta'_{\text{ambiente}}$ por θ'_{solo} .
- Na **Tabela 7B** do anexo 7 está indicado o valor de K para diferentes valores de θ_p e θ'_{solo} , sendo considerada uma temperatura de referência, $\theta_{\text{referencia}}$, de 20 °C.
- A consideração de outra temperatura de referência, que não esta, depende de algumas condicionantes, que devem ser avaliadas caso a caso. Concretamente, deve ser ponderada a influência de outras fontes de calor (provenientes de, por exemplo, condutas de água quente), nas proximidades das canalizações eléctricas.

c) Profundidade de Enterramento

- A quantificação da influência da profundidade de colocação de um cabo, sobre a intensidade admissível, é delicada. No entanto, sabe-se que a resistividade térmica do terreno envolvente do cabo, cresce com a profundidade, o que corresponde a uma diminuição da capacidade de transporte, aceitando-se um factor de correcção com os valores descritos na **Tabela 7C** do anexo 7.

d) Resistividade Térmica do Solo

- A resistividade térmica do solo é um factor que influencia a corrente máxima admissível numa canalização, mas cujo valor é, muitas vezes, difícil de avaliar com precisão, pois depende de vários factores, como sejam, a resistividade própria dos materiais que constituem o solo, a sua maior ou menor compactação, a humidade, etc.
- Em função destes, e de outros factores, a resistividade térmica pode variar, tipicamente entre valores de 0,4 K.m /W e 3,0 K.m /W de acordo com o exposto no quadro seguinte:

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| • Terreno muito húmido: | 0,4 a 0,5 K.m/W |
| • Areia húmida: | 0,5 a 0,7 K.m/W |
| • Calcário, argila: terreno normal | |
| seco: | 0,7 a 1,0 K.m/W |
| • Terreno muito seco: | 1,5 K.m/W |
| • Areia seca: | 2,0 a 2,5 K.m/W |
| • Cinzas, escória: | 3,0 K.m/W |

Quadro 11: Resistividade Térmica para Vários Tipos de Terrenos.

- Todavia, em casos em que a resistividade térmica do solo é muito desfavorável, é recomendável substituir o terreno original por materiais de características térmicas mais vantajosas, especialmente na proximidade imediata dos cabos, onde a influência do solo é preponderante.
- Na **Tabela 7D** do anexo 7 estão inscritos os valores do coeficiente de correcção para diferentes resistividades térmicas, em função da temperatura máxima do condutor e da temperatura do solo.

e) Agrupamentos de Canalizações

- Quando, pelo menos, uma canalização está colocada, lado a lado, com outra canalização, há que considerar o efeito do aquecimento mútuo entre canalizações, mediante a inclusão de um factor de correcção de valor inferior à unidade.
- No caso de canalizações enterradas, aquele efeito seria desprezável se o intervalo entre elas fosse, no mínimo, de um metro! Por razões económicas (custo proibitivo da abertura da vala), tal não é possível, sendo prática habitual dispor as canalizações em esteira horizontal, com uma distância de, até, 20 a 25 cm, entre canalizações adjacentes.
- Na **Tabela 7E1** do anexo 7 estão inscritos os valores dos coeficientes de correcção para vários números de canalizações trifásicas enterradas, colocadas em esteira horizontal, com afastamento de, cerca de, 20cm entre canalizações adjacentes. A tabela é complementada pela apresentação de dois exemplos ilustrativos, tratando outras tantas situações diferentes.
- Relativamente ao caso de canalizações ao ar, podem usar-se as **Tabelas 7E2 e 7E3**, as quais contemplam diferentes modos de colocação dos agrupamentos.

f) Cabos Entubados

- Por imperativos de colocação, é, muitas vezes, necessário instalar os cabos no interior de tubos: por exemplo, em canalizações enterradas - quando se trata da travessia de vias de comunicação - ou em canalizações embebidas.
- Desde que o comprimento do entubamento ultrapasse poucos metros, haverá uma redução, não desprezável, da corrente máxima admissível, visto que o reduzido volume de ar que rodeia o cabo, aquece sob acção das perdas térmicas dissipadas. É assim necessário proceder à correcção da corrente máxima admissível na canalização.
- Nas **Tabelas 7F1 e 7F2** do anexo 7 estão inscritos os valores dos coeficientes de correcção a aplicar para canalizações trifásicas entubadas, quer instaladas ao ar (tabela 7F1) quer enterradas (tabela 7F2).

g) Cabos em Espaços Fechados

- Desde que o volume de ar que rodeia um cabo (ou grupo de cabos) seja reduzido, produz-se um aquecimento do ar, sob a acção das perdas térmicas dissipadas. É o caso das galerias técnicas de pequenas dimensões, não ventiladas, ou das caleiras de betão com tampa, que existem, frequentemente, nas fábricas, à superfície do solo.
- O factor de correcção a considerar para este caso pode ser encontrado na **Tabela 7G** do anexo 7.

7. CABOS IGNÍFUGOS: BREVE REFERÊNCIA

- Os cabos ignífugos são cabos com comportamento melhorado face a situações de fogo. A sua utilização é recomendada, sempre que os edifícios têm mais de 28 m de altura, já que, para estes casos, as imposições construtivas são mais severas, no que se refere à segurança contra incêndios. Ora, os cabos são uma peça chave dessa segurança, visto que, ao atravessarem, horizontalmente e verticalmente, os edifícios, são um meio privilegiado para a propagação (ou não) dos incêndios.
- As normas de segurança aplicáveis a estes cabos são as seguintes: *CEI 61034-1*, *CEI 61034-2*, *EN 50268-1* e *EN 50268-2*.
- As vertentes de segurança aumentada que é possível obter com a instalação deste tipo de cabos são as seguintes:
 - Gases e fumos libertados na combustão:
 - ✓ Opacidade (tão baixa quanto possível por forma a manter-se boa visibilidade);
 - ✓ Toxicidade (tão baixa quanto possível);
 - ✓ Acidez (tão baixa quanto possível, por forma a que a acção corrosiva seja reduzida);
 - Propagação do fogo:
 - ✓ Cabos retardantes à chama;
 - ✓ Cabos retardantes ao fogo;
 - Resistência ao Fogo:

- ✓ Se um cabo é classificado como “resistente ao fogo”, então ele pode manter-se em serviço perante uma situação de incêndio.

- Uma comparação, entre os cabos convencionais e os cabos ignífugos, relativamente às três características antes referidas, *opacidade*, *toxicidade* e *acidez*, é feita a seguir:
 - ✓ Opacidade de cabo convencional, 70% a 80%.
Opacidade de cabo **ls** (iniciais de “low smoke”), < 40%.

 - ✓ Toxicidade de cabo convencional, 30%.
Toxicidade de cabo **lt** (iniciais de “low toxicity”), 0,05%.

 - ✓ Acidez de cabo convencional, $\text{PH} < 2$.
Acidez de cabo **la** (iniciais de “low acid”), $\text{PH} \geq 4,3$.

- Refira-se ainda que, ao contrário dos cabos convencionais, os cabos **la** geram fumos de baixa condutividade, pelo que são reduzidos os riscos de certos equipamentos sofrerem curto-circuitos, em situações de incêndio. De facto, como os fumos têm tendência a preencher todos os espaços livres, inclusive dentro dos equipamentos eléctricos, haveria o risco de danificação eléctrica dos mesmos, se os fumos fossem condutores!

ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS DE ALGUNS CABOS DE ENERGIA DE UTILIZAÇÃO COMUM EM BAIXA TENSÃO

TABELA 1A: Características Dimensionais de Condutores Multifilares, LVV 0,6/1kV

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 16 | 1,0 | 10,5 | 140 | 18,4 | 340 | 19,5 | 420 | 21,0 | 500 |
| 25 | 1,2 | 12,1 | 190 | 21,0 | 450 | 23,0 | 560 | 23,4 | 600 |
| 35 | 1,2 | 13,2 | 230 | 18,5 | 440 | 21,6 | 600 | 24,3 | 700 |
| 50 | 1,4 | 14,7 | 290 | 21,2 | 560 | 25,1 | 800 | 28,5 | 950 |
| 70 | 1,4 | 16,4 | 380 | 24,0 | 750 | 27,9 | 1050 | 31,8 | 1200 |
| 95 | 1,6 | 18,6 | 480 | 27,0 | 970 | 31,4 | 1350 | 36,7 | 1650 |
| 120 | 1,6 | 20,2 | 570 | 29,0 | 1150 | 34,7 | 1600 | 39,6 | 2000 |
| 150 | 1,8 | 22,0 | 660 | 31,9 | 1400 | 38,4 | 2000 | 44,6 | 2350 |
| 185 | 2,0 | 24,6 | 850 | 35,4 | 1700 | 42,1 | 2400 | 49,0 | 2900 |
| 240 | 2,2 | 27,4 | 1050 | 39,5 | 2150 | 47,8 | 3100 | 55,5 | 3800 |
| 300 | 2,4 | 30,1 | 1300 | 44,2 | 2700 | 52,6 | 3800 | 61,0 | 4600 |
| 400 | 2,6 | 33,9 | 1650 | 49,6 | 3300 | 60,2 | 4900 | 69,5 | 5800 |
| 500 | 2,8 | 37,2 | 2000 | — | — | — | — | — | — |
| 630 | 2,8 | 42,5 | 2500 | — | — | — | — | — | — |

TABELA 1B: Características Dimensionais de Condutores Sólidos, LSVV 0,6/1kV

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 16 | 1,0 | 10,1 | 140 | 13,7 | 240 | 15,8 | 330 | 17,6 | 420 |
| 25 | 1,2 | 11,7 | 190 | 16,0 | 340 | 18,6 | 470 | 20,9 | 600 |
| 35 | 1,2 | 12,7 | 230 | 17,5 | 420 | 20,4 | 580 | 23,4 | 770 |
| 50 | 1,4 | 14,4 | 300 | 20,0 | 550 | 23,7 | 780 | 27,0 | 1000 |
| 70 | 1,4 | 15,9 | 380 | 22,5 | 710 | 26,4 | 1000 | 29,8 | 1300 |
| 95 | 1,6 | 17,8 | 470 | 25,4 | 930 | 30,0 | 1320 | 34,4 | 1750 |
| 120 | 1,6 | 19,2 | 570 | 27,2 | 1100 | 32,8 | 1600 | 37,2 | 2100 |
| 150 | 1,8 | 21,0 | 690 | 30,1 | 1250 | 36,1 | 1950 | 41,9 | 2600 |
| 185 | 2,0 | 23,4 | 850 | 34,4 | 1660 | 39,6 | 2350 | 45,7 | 3200 |
| 240 | 2,2 | — | — | 37,1 | 2100 | 45,0 | 3100 | 52,0 | 4100 |
| 280 | 2,4 | 28,3 | 1250 | — | — | — | — | — | — |
| 300 | 2,6 | — | — | 41,6 | 2600 | 49,4 | 3750 | 57,1 | 5000 |
| 380 | 2,6 | 31,9 | 1580 | — | — | — | — | — | — |
| 480 | 2,8 | 35,5 | 2000 | — | — | — | — | — | — |
| 600 | 2,8 | 38,4 | 2350 | — | — | — | — | — | — |
| 740 | 2,8 | 42,0 | 2850 | — | — | — | — | — | — |

• **TABELA 1C: Características Dimensionais de Condutores Multifilares, LXV 0,6/1kV**

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|------------------------------|--|-----------------------|------------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 16 | 0,7 | 9,9 | 125 | 17,2 | 333 | 18,3 | 409 | 19,8 | 485 |
| 25 | 0,9 | 11,5 | 169 | 19,8 | 441 | 21,8 | 547 | 22,2 | 582 |
| 35 | 0,9 | 12,6 | 206 | 17,3 | 423 | 20,4 | 574 | 23,1 | 665 |
| 50 | 1,0 | 13,9 | 256 | 19,6 | 538 | 23,5 | 767 | 26,9 | 906 |
| 70 | 1,1 | 15,8 | 343 | 22,8 | 723 | 26,7 | 1010 | 30,6 | 1147 |
| 95 | 1,1 | 17,6 | 425 | 25,0 | 940 | 29,4 | 1305 | 34,7 | 1590 |
| 120 | 1,2 | 19,4 | 513 | 27,4 | 1108 | 30,1 | 1537 | 38,0 | 1916 |
| 150 | 1,4 | 21,2 | 592 | 30,3 | 1352 | 36,8 | 1928 | 43,0 | 2254 |
| 185 | 1,6 | 23,8 | 768 | 33,8 | 1632 | 40,5 | 2298 | 47,4 | 2764 |
| 240 | 1,7 | 26,4 | 943 | 37,5 | 2076 | 45,8 | 2989 | 53,5 | 3652 |
| 300 | 1,8 | 28,9 | 1166 | 41,8 | 2586 | 50,2 | 3629 | 58,6 | 4372 |
| 400 | 2,0 | 32,7 | 1490 | 47,2 | 3136 | 57,8 | 4654 | 67,1 | 5472 |
| 500 | 2,2 | 36,0 | 1806 | — | — | — | — | — | — |
| 630 | 2,4 | 41,7 | 2302 | — | — | — | — | — | — |

• **TABELA 1D: Características Dimensionais de Condutores Sólidos, LSXV 0,6/1kV**

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|------------------------------|--|-----------------------|------------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 16 | 0,7 | 9,5 | 126 | 12,5 | 212 | 14,6 | 288 | 16,4 | 364 |
| 25 | 0,9 | 11,1 | 170 | 14,8 | 300 | 17,4 | 410 | 19,7 | 520 |
| 35 | 0,9 | 12,2 | 207 | 16,3 | 374 | 19,2 | 511 | 22,2 | 678 |
| 50 | 1,0 | 13,6 | 267 | 18,4 | 484 | 22,1 | 681 | 25,4 | 868 |
| 70 | 1,1 | 15,3 | 345 | 21,3 | 640 | 25,2 | 895 | 28,6 | 1160 |
| 95 | 1,1 | 16,8 | 417 | 23,4 | 824 | 28,0 | 1261 | 32,4 | 1538 |
| 120 | 1,2 | 18,4 | 516 | 25,6 | 992 | 31,2 | 1438 | 35,6 | 1884 |
| 150 | 1,4 | 20,2 | 624 | 28,5 | 1118 | 34,5 | 1752 | 40,3 | 2336 |
| 185 | 1,6 | 22,6 | 771 | 32,0 | 1502 | 38,0 | 2113 | 44,1 | 2884 |
| 240 | 1,7 | — | — | 35,1 | 1896 | 43,0 | 2794 | 50,0 | 3692 |
| 280 | 1,8 | 27,1 | 1125 | — | — | — | — | — | — |
| 300 | 1,8 | — | — | 39,2 | 2350 | 47,0 | 3375 | 54,7 | 4500 |
| 380 | 2,0 | 30,7 | 1427 | — | — | — | — | — | — |
| 480 | 2,2 | 34,3 | 1820 | — | — | — | — | — | — |
| 600 | 2,4 | 37,6 | 2170 | — | — | — | — | — | — |
| 740 | 2,6 | 41,2 | 2626 | — | — | — | — | — | — |

TABELA 1E: Características Dimensionais de Condutores Multifilares, LXAV 0,6/1kV

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor* | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 16 | 0,7 | 12,6 | 235 | 20,1 | 620 | 22,0 | 835 | 24,2 | 880 |
| 25 | 0,9 | 14,2 | 299 | 23,3 | 938 | 25,9 | 1137 | 27,1 | 1116 |
| 35 | 0,9 | 16,5 | 476 | 22,3 | 872 | 25,4 | 1078 | 28,2 | 1204 |
| 50 | 1,0 | 17,8 | 586 | 24,7 | 1032 | 28,4 | 1348 | 31,6 | 1514 |
| 70 | 1,1 | 19,7 | 693 | 27,4 | 1226 | 31,6 | 1589 | 37,8 | 2252 |
| 95 | 1,1 | 22,7 | 845 | 20,9 | 1540 | 37,6 | 2435 | 42,2 | 2780 |
| 120 | 1,2 | 24,1 | 993 | 33,2 | 1786 | 40,1 | 2829 | 46,6 | 3372 |
| 150 | 1,4 | 26,3 | 1182 | 37,7 | 2464 | 45,4 | 3296 | 51,2 | 3778 |
| 185 | 1,6 | 28,5 | 1368 | 41,6 | 2936 | 48,9 | 3954 | 56,0 | 4672 |
| 240 | 1,7 | 31,1 | 1593 | 45,8 | 3586 | 54,8 | 4779 | 62,1 | 5672 |
| 300 | 1,8 | 35,2 | 1966 | 50,2 | 4232 | 59,0 | 5598 | 67,8 | 6664 |
| 400 | 2,0 | 39,3 | 2740 | 56,0 | 5080 | 66,5 | 6920 | 76,1 | 8060 |
| 500 | 2,2 | 42,8 | 3206 | | | | | | |
| 630 | 2,4 | 49,5 | 3804 | | | | | | |

*Cabo com armadura amagnética em caso de tensão alternada.

• **TABELA 1F: Características Dimensionais de Condutores Sólidos, LSXAV 0,6/1kV**

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor* | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 16 | 0,7 | 12,2 | 236 | 16,4 | 512 | 20,5 | 738 | 21,5 | 824 |
| 25 | 0,9 | 13,4 | 290 | 18,6 | 650 | 23,4 | 940 | 24,8 | 1070 |
| 35 | 0,9 | 16,0 | 477 | 21,4 | 824 | 24,3 | 1031 | 26,9 | 1258 |
| 50 | 1,0 | 17,5 | 577 | 23,5 | 984 | 27,0 | 1251 | 30,2 | 1518 |
| 70 | 1,1 | 18,2 | 685 | 26,0 | 1180 | 29,9 | 1545 | 35,9 | 2360 |
| 95 | 1,1 | 21,9 | 847 | 29,9 | 1444 | 36,0 | 2341 | 40,0 | 2838 |
| 120 | 1,2 | 23,1 | 996 | 31,5 | 1742 | 38,0 | 2688 | 43,8 | 3434 |
| 150 | 1,4 | 25,3 | 1134 | 35,3 | 2368 | 42,2 | 3202 | 47,7 | 3936 |
| 185 | 1,6 | 27,4 | 1321 | 39,4 | 2842 | 46,2 | 3763 | 52,9 | 4784 |
| 240 | 1,7 | | | 43,3 | 3396 | 51,2 | 4594 | 58,6 | 5892 |
| 280 | 1,8 | 31,8 | 1775 | | | | | | |
| 300 | 1,8 | | | 47,4 | 4050 | 55,6 | 5225 | 63,7 | 6900 |
| 380 | 2,0 | 37,9 | 2647 | | | | | | |
| 480 | 2,2 | 41,1 | 3120 | | | | | | |
| 600 | 2,4 | 44,4 | 3620 | | | | | | |
| 740 | 2,6 | 49,4 | 4276 | | | | | | |

*Cabo com armadura amagnética em caso de tensão alternada.

TABELA 1G: Características Dimensionais de Cabos Não Armados, VV 0,6/1kV

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|-------|--------------|-------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 1,5 | 0,8 | 5,8 | 50 | 10 | 130 | 10,5 | 155 | 11,2 | 180 |
| 2,5 | 0,8 | 6,2 | 60 | 10,8 | 170 | 11,3 | 200 | 12,2 | 245 |
| 4 | 1,0 | 7,1 | 85 | 12,6 | 230 | 13,3 | 290 | 14,4 | 340 |
| 6 | 1,0 | 7,6 | 105 | 13,6 | 300 | 14,4 | 360 | 15,6 | 440 |
| 10 | 1,0 | 8,9 | 155 | 16,8 | 450 | 17,8 | 560 | 19,3 | 700 |
| 16 | 1,0 | 9,9 | 220 | 18,8 | 620 | 19,8 | 780 | 21,1 | 900 |
| 25 | 1,2 | 11,6 | 340 | 22,2 | 900 | 23,6 | 1150 | 25,0 | 1320 |
| 35 | 1,2 | 12,3 | 420 | 18,4 | 850 | 21,6 | 1240 | 24,3 | 1450 |
| 50 | 1,4 | 13,9 | 550 | 21,2 | 1150 | 24,9 | 1650 | 28,3 | 1960 |
| 70 | 1,4 | 15,7 | 770 | 23,7 | 1550 | 27,9 | 2250 | 31,8 | 2650 |
| 95 | 1,6 | 17,5 | 1050 | 27,0 | 2100 | 31,9 | 3120 | 36,6 | 3660 |
| 120 | 1,6 | 19,7 | 1300 | 29,3 | 2600 | 34,7 | 3850 | 39,9 | 4550 |
| 150 | 1,8 | 21,4 | 1580 | 32,5 | 3200 | 38,8 | 4720 | 44,2 | 5150 |
| 185 | 2,0 | 23,9 | 1830 | 36,0 | 4000 | 42,9 | 5900 | 49,0 | 7000 |
| 240 | 2,2 | 27,0 | 2550 | 40,5 | 5100 | 48,2 | 7600 | 55,2 | 8900 |
| 300 | 2,4 | 29,8 | 3200 | 44,6 | 6400 | 53,4 | 9450 | 61,2 | 11100 |
| 400 | 2,6 | 33,2 | 4050 | 50,6 | 8450 | 60,5 | 12400 | 69,1 | 14450 |
| 500 | 2,8 | 36,8 | 5000 | — | — | — | — | — | — |

• **TABELA 1H: Características Dimensionais de Cabos Não Armados, XV 0,6/1kV**

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|-------|--------------|-------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 1,5 | 0,7 | 5,7 | 47 | 9,8 | 123 | 10,3 | 144 | 11,0 | 165 |
| 2,5 | 0,7 | 6,1 | 56 | 10,8 | 170 | 11,1 | 187 | 12,0 | 227 |
| 4 | 0,7 | 6,8 | 77 | 12,6 | 230 | 12,7 | 264 | 13,8 | 305 |
| 6 | 0,7 | 7,3 | 94 | 13,6 | 300 | 13,8 | 327 | 15,0 | 396 |
| 10 | 0,7 | 8,6 | 142 | 16,8 | 450 | 17,2 | 520 | 18,7 | 647 |
| 16 | 0,7 | 9,9 | 205 | 18,8 | 620 | 18,3 | 735 | 19,8 | 840 |
| 25 | 0,9 | 11,5 | 319 | 22,2 | 900 | 22,4 | 1087 | 23,8 | 1236 |
| 35 | 0,9 | 12,6 | 396 | 18,4 | 850 | 20,4 | 1168 | 23,1 | 1354 |
| 50 | 1,0 | 13,9 | 516 | 21,2 | 1150 | 23,5 | 1548 | 26,9 | 1824 |
| 70 | 1,1 | 15,8 | 733 | 23,7 | 1550 | 26,7 | 2139 | 30,6 | 2502 |
| 95 | 1,1 | 17,6 | 995 | 27,0 | 2100 | 29,4 | 2955 | 34,7 | 3440 |
| 120 | 1,2 | 19,4 | 1243 | 29,3 | 2600 | 30,1 | 3675 | 38,0 | 4332 |
| 150 | 1,4 | 22,2 | 1512 | 32,5 | 3200 | 36,8 | 4516 | 43,0 | 4878 |
| 185 | 1,6 | 23,8 | 1830 | 36,0 | 4000 | 40,5 | 5654 | 47,4 | 6672 |
| 240 | 1,7 | 26,4 | 2550 | 40,5 | 5100 | 45,8 | 7279 | 53,5 | 8472 |
| 300 | 1,8 | 28,9 | 3200 | 44,6 | 6400 | 50,2 | 9048 | 58,6 | 10564 |
| 400 | 2,0 | 32,7 | 4050 | 50,6 | 8450 | 57,8 | 11920 | 67,1 | 13810 |
| 500 | 2,2 | 36,0 | 5000 | — | — | — | — | — | — |

TABELA 1I: Características Dimensionais de Cabos Armados, VAV 0,6/1kV

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor* | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|-------|--------------|-------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 1,5 | 0,8 | — | — | 13,3 | 260 | 13,8 | 290 | 14,6 | 330 |
| 2,5 | 0,8 | — | — | 14,1 | 310 | 14,6 | 340 | 15,5 | 390 |
| 4 | 1,0 | — | — | 15,9 | 390 | 16,6 | 450 | 17,7 | 520 |
| 6 | 1,0 | — | — | 16,9 | 470 | 17,7 | 540 | 18,9 | 640 |
| 10 | 1,0 | 13,4 | 310 | 19,5 | 630 | 20,5 | 750 | 22,1 | 900 |
| 16 | 1,0 | 14,6 | 380 | 21,5 | 820 | 22,6 | 1000 | 23,9 | 1080 |
| 25 | 1,2 | 16,2 | 520 | 25,1 | 1160 | 26,5 | 1410 | 27,8 | 1530 |
| 35 | 1,2 | 16,8 | 620 | 22,0 | 960 | 25,2 | 1550 | 28,0 | 1800 |
| 50 | 1,4 | 18,4 | 780 | 24,9 | 1430 | 28,8 | 2000 | 32,2 | 2390 |
| 70 | 1,4 | 20,0 | 1000 | 27,4 | 1880 | 31,8 | 2660 | 35,7 | 3150 |
| 95 | 1,6 | 22,1 | 1310 | 31,9 | 2800 | 37,2 | 3950 | 41,7 | 4600 |
| 120 | 1,6 | 23,8 | 1580 | 34,2 | 3340 | 40,2 | 4750 | 46,7 | 5720 |
| 150 | 1,8 | 25,5 | 1900 | 37,8 | 4050 | 44,3 | 5700 | 49,6 | 6700 |
| 185 | 2,0 | 27,8 | 2300 | 41,3 | 4900 | 48,4 | 6980 | 54,7 | 8270 |
| 240 | 2,2 | 30,9 | 2950 | 46,0 | 6200 | 53,9 | 8900 | 61,0 | 9750 |
| 300 | 2,4 | 33,7 | 3600 | 50,5 | 7650 | 59,3 | 10900 | 67,0 | 12850 |
| 400 | 2,6 | 38,3 | 4900 | 56,7 | 9800 | 67,0 | 14200 | 75,6 | 16500 |
| 500 | 2,8 | 41,9 | 6000 | — | — | — | — | — | — |

*Cabo com armadura amagnética em caso de tensão alternada.

• **TABELA 1J: Características Dimensionais de Cabos Armados, XAV 0,6/1kV**

| Secção (mm ²) | Espessura Nominal do Isolamento (mm) | 1 Condutor* | | 2 Condutores | | 3 Condutores | | 4 Condutores | |
|---------------------------|--------------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|------|--------------|-------|--------------|-------|
| | | Ø Ext. Aprox. (mm) | Peso Aprox. (Kg/Km) | Ø | Peso | Ø | Peso | Ø | Peso |
| 1,5 | 0,7 | | | 13,1 | 253 | 13,6 | 279 | 14,4 | 315 |
| 2,5 | 0,7 | | | 13,9 | 301 | 14,4 | 327 | 15,3 | 372 |
| 4 | 0,7 | | | 15,3 | 373 | 16,0 | 424 | 17,1 | 485 |
| 6 | 0,7 | | | 16,3 | 448 | 17,1 | 507 | 18,2 | 596 |
| 10 | 0,7 | 13,1 | 297 | 18,9 | 603 | 19,9 | 710 | 21,5 | 847 |
| 16 | 0,7 | 14,3 | 365 | 20,9 | 790 | 22,0 | 955 | 23,3 | 1020 |
| 25 | 0,9 | 16,1 | 499 | 24,9 | 918 | 25,3 | 1347 | 26,6 | 1446 |
| 35 | 0,9 | 16,5 | 596 | 21,4 | 888 | 25,0 | 1478 | 27,4 | 1704 |
| 50 | 1,0 | 18,0 | 746 | 24,1 | 1362 | 28,0 | 1898 | 31,4 | 2254 |
| 70 | 1,1 | 19,7 | 963 | 26,8 | 1806 | 31,2 | 2549 | 35,1 | 3002 |
| 95 | 1,1 | 21,6 | 1255 | 30,9 | 2690 | 36,2 | 3785 | 40,7 | 4380 |
| 120 | 1,2 | 23,4 | 1523 | 33,4 | 3226 | 39,4 | 4579 | 45,9 | 5492 |
| 150 | 1,4 | 25,1 | 1832 | 37,0 | 3914 | 43,5 | 5496 | 48,8 | 6428 |
| 185 | 1,6 | 27,4 | 2218 | 40,5 | 4736 | 47,6 | 6734 | 53,9 | 7942 |
| 240 | 1,7 | 30,4 | 2843 | 45,0 | 5986 | 52,9 | 8579 | 60,0 | 9332 |
| 300 | 1,8 | 33,3 | 3466 | 49,7 | 7382 | 58,5 | 10498 | 66,2 | 12314 |
| 400 | 2,0 | 37,7 | 4740 | 55,5 | 9480 | 65,8 | 13720 | 74,4 | 15860 |
| 500 | 2,2 | 41,3 | 5806 | | | | | | |

*Cabo com armadura amagnética em caso de tensão alternada.

ANEXO 2: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE CABOS DE ENERGIA DE UTILIZAÇÃO COMUM EM MÉDIA TENSÃO (MT) E ALTA TENSÃO (AT)

- TABELA 2A: Cabos Monopolares LXHIV /LXHIOV /XHIV /XHIOV para 8,7/15 kV (Instalação em Trevo Juntivo)**

| Características Dimensionais | | | | | Características Eléctricas | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------|--|-------|--|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|------|
| Secção Nominal (mm) | Espessura Isolação (mm) | Diâmetro sobre Isolação (mm) | Espessura Bainha (mm) | Diâmetro exterior (mm) | Peso Aproximado (kg/km) | | Resistência eléctrica DC a 20°C (Ω/Km) | | Resistência eléctrica AC a 90°C (Ω/Km) | | Capacidade C (µF/km) | Indutância L (mH/km) | Reatância XL (Ω/km) | Impedância Z _{sec} (Ω/km) | |
| | | | | | Al | Cu | Al | Cu | Al | Cu | | | | Al | Cu |
| 35 | 4.5 | 17.6 | 1.7 | 25.0 | 680 | 900 | 0.868 | 0.524 | 1.113 | 0.668 | 0.19 | 0.440 | 0.138 | 1.12 | 0.68 |
| 50 | | 18.6 | 1.7 | 26.0 | 740 | 1030 | 0.641 | 0.387 | 0.822 | 0.493 | 0.21 | 0.421 | 0.132 | 0.83 | 0.51 |
| 70 | | 20.4 | 1.8 | 28.0 | 860 | 1280 | 0.443 | 0.268 | 0.568 | 0.342 | 0.24 | 0.396 | 0.124 | 0.58 | 0.36 |
| 95 | | 22.0 | 1.8 | 29.5 | 970 | 1550 | 0.320 | 0.193 | 0.410 | 0.246 | 0.26 | 0.377 | 0.118 | 0.43 | 0.27 |
| 120 | | 23.6 | 1.9 | 31.0 | 1100 | 1830 | 0.253 | 0.153 | 0.324 | 0.195 | 0.29 | 0.362 | 0.114 | 0.34 | 0.23 |
| 150 | | 24.9 | 1.9 | 32.5 | 1200 | 2110 | 0.206 | 0.124 | 0.264 | 0.158 | 0.31 | 0.352 | 0.110 | 0.29 | 0.19 |
| 185 | | 27.0 | 2.0 | 35.0 | 1380 | 2500 | 0.164 | 0.099 | 0.210 | 0.126 | 0.34 | 0.338 | 0.106 | 0.24 | 0.17 |
| 240 | | 29.1 | 2.1 | 37.0 | 1600 | 3080 | 0.125 | 0.075 | 0.160 | 0.096 | 0.38 | 0.327 | 0.103 | 0.19 | 0.14 |
| 300 | | 31.4 | 2.1 | 39.5 | 1850 | 3690 | 0.100 | 0.060 | 0.128 | 0.077 | 0.41 | 0.315 | 0.099 | 0.16 | 0.13 |
| 400 | | 34.1 | 2.2 | 42.5 | 2160 | 4510 | 0.078 | 0.047 | 0.100 | 0.060 | 0.45 | 0.305 | 0.096 | 0.14 | 0.11 |
| 500 | | 37.1 | 2.3 | 45.5 | 2540 | 5630 | 0.061 | 0.037 | 0.078 | 0.047 | 0.50 | 0.296 | 0.093 | 0.12 | 0.10 |
| 630 | | 41.1 | 2.4 | 49.5 | 3030 | 6970 | 0.047 | 0.028 | 0.060 | 0.036 | 0.56 | 0.285 | 0.090 | 0.11 | 0.10 |

- TABELA 2B: Cabos Monopolares LXHIV /LXHIOV /XHIV /XHIOV para 12/20 kV (Instalação em Trevo Juntivo)**

| Características Dimensionais | | | | | Características Eléctricas | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|------|--|-------|--|-------|----------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|------|
| Secção Nominal (mm) | Espessura Isolação (mm) | Diâmetro sobre Isolação (mm) | Espessura Bainha (mm) | Diâmetro exterior (mm) | Peso Aproximado (kg/km) | | Resistência eléctrica DC a 20°C (Ω/Km) | | Resistência eléctrica AC a 90°C (Ω/Km) | | Capacidade C (µF/km) | Indutância L (mH/km) | Reatância XL (Ω/km) | Impedância Z _{sec} (Ω/km) | |
| | | | | | Al | Cu | Al | Cu | Al | Cu | | | | Al | Cu |
| 35 | 5.5 | 19.6 | 1.8 | 27.0 | 770 | 980 | 0.868 | 0.524 | 1.113 | 0.668 | 0.17 | 0.457 | 0.144 | 1.12 | 0.68 |
| 50 | | 20.6 | 1.8 | 28.0 | 830 | 1130 | 0.641 | 0.387 | 0.822 | 0.493 | 0.18 | 0.438 | 0.138 | 0.83 | 0.51 |
| 70 | | 22.4 | 1.9 | 30.0 | 960 | 1380 | 0.443 | 0.268 | 0.568 | 0.342 | 0.21 | 0.411 | 0.129 | 0.58 | 0.37 |
| 95 | | 24.0 | 1.9 | 31.5 | 1080 | 1660 | 0.320 | 0.193 | 0.410 | 0.246 | 0.23 | 0.391 | 0.123 | 0.43 | 0.28 |
| 120 | | 25.6 | 2.0 | 33.5 | 1210 | 1940 | 0.253 | 0.153 | 0.324 | 0.195 | 0.25 | 0.376 | 0.118 | 0.35 | 0.23 |
| 150 | | 26.9 | 2.0 | 34.5 | 1320 | 2220 | 0.206 | 0.124 | 0.264 | 0.158 | 0.26 | 0.365 | 0.115 | 0.29 | 0.20 |
| 185 | | 29.0 | 2.1 | 37.0 | 1500 | 2630 | 0.164 | 0.099 | 0.210 | 0.126 | 0.29 | 0.350 | 0.110 | 0.24 | 0.17 |
| 240 | | 31.1 | 2.1 | 39.0 | 1710 | 3200 | 0.125 | 0.075 | 0.160 | 0.096 | 0.32 | 0.337 | 0.106 | 0.19 | 0.14 |
| 300 | | 33.4 | 2.2 | 41.5 | 1990 | 3830 | 0.100 | 0.060 | 0.128 | 0.077 | 0.35 | 0.326 | 0.103 | 0.16 | 0.13 |
| 400 | | 36.1 | 2.3 | 44.5 | 2310 | 4660 | 0.078 | 0.047 | 0.100 | 0.060 | 0.38 | 0.315 | 0.099 | 0.14 | 0.12 |
| 500 | | 39.1 | 2.4 | 47.5 | 2710 | 5800 | 0.061 | 0.037 | 0.078 | 0.047 | 0.42 | 0.305 | 0.096 | 0.12 | 0.11 |
| 630 | | 43.1 | 2.5 | 52.0 | 3210 | 7150 | 0.047 | 0.028 | 0.060 | 0.036 | 0.47 | 0.294 | 0.092 | 0.11 | 0.10 |

Nota: Outras tensões comuns (MT) para cabos monopolares: 6/10 kV e 18/30 kV.

• **TABELA 2C: Cabos Tripolares LXHIAV /LXHIOAV /XHIAV /XHIOAV para MT**
(Apenas Características Dimensionais)

| Secção nominal mm ² | 6 / 10 kV | | | 8,7 / 15 kV | | | 12 / 20 kV | | |
|--------------------------------|-----------------------|-------|-----------------------------|-----------------------|-------|-----------------------------|-----------------------|-------|-----------------------------|
| | Peso Aproximado kg/km | | Diâmetro exterior aprox. mm | Peso Aproximado kg/km | | Diâmetro exterior aprox. mm | Peso Aproximado kg/km | | Diâmetro exterior aprox. mm |
| | Al | Cu | | Al | Cu | | Al | Cu | |
| 3 x 25 | | 3000 | 41,0 | | 3480 | 48,0 | | 4700 | 55,0 |
| 3 x 35 | | 3550 | 44,0 | 3690 | 4260 | 50,5 | | 4900 | 55,0 |
| 3 x 50 | 3300 | 4150 | 47,0 | 4010 | 4880 | 53,0 | 4700 | 5600 | 58,0 |
| 3 x 70 | 3850 | 5100 | 51,0 | 4710 | 5930 | 57,0 | 5300 | 6500 | 63,0 |
| 3 x 95 | 4450 | 6250 | 55,0 | 5350 | 7140 | 61,5 | 6000 | 7800 | 65,5 |
| 3 x 120 | 5150 | 7350 | 58,5 | 5990 | 8240 | 66,0 | 6700 | 8900 | 69,5 |
| 3 x 150 | 5500 | 8400 | 62,0 | 6800 | 9450 | 69,0 | 7400 | 10000 | 73,0 |
| 3 x 185 | 6500 | 10000 | 66,5 | 7730 | 11280 | 71,5 | 9300 | 12500 | 78,0 |
| 3 x 240 | 7600 | 12100 | 72,0 | 9290 | 13600 | 78,0 | 10300 | 14900 | 85,0 |

• **TABELA 2D: Cabos Monopolares LXHIV /LXHIOV /XHIV /XHIOV para 36/66 kV**
(Instalação em Trevo Juntivo)

| Características Dimensionais | | | | | | Características Eléctricas | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------|--|-------|--|-------|----------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|------|
| Secção Nominal (mm) | Espessura Isolação (mm) | Diâmetro sobre Isolação (mm) | Espessura Bainha (mm) | Diâmetro exterior (mm) | Peso Aproximado (kg/km) | | Resistência eléctrica DC a 20°C (Ω/Km) | | Resistência eléctrica AC a 90°C (Ω/Km) | | Capacidade C (µF/km) | Indutância L (mH/km) | Reatância XL (Ω/km) | Impedância Z _{90°C} (Ω/km) | |
| | | | | | Al | Cu | Al | Cu | Al | Cu | | | | Al | Cu |
| 120 | 10.0 | 35.0 | 2.3 | 44.0 | 1860 | 2590 | 0.253 | 0.153 | 0.324 | 0.195 | 0.16 | 0.432 | 0.136 | 0.35 | 0.24 |
| 150 | | 36.3 | 2.3 | 45.5 | 1990 | 2900 | 0.206 | 0.124 | 0.264 | 0.158 | 0.17 | 0.419 | 0.132 | 0.30 | 0.21 |
| 185 | | 38.4 | 2.4 | 48.0 | 2220 | 3340 | 0.164 | 0.099 | 0.210 | 0.126 | 0.19 | 0.402 | 0.126 | 0.25 | 0.18 |
| 240 | | 40.5 | 2.5 | 50.0 | 2490 | 3970 | 0.125 | 0.075 | 0.160 | 0.096 | 0.20 | 0.387 | 0.122 | 0.20 | 0.16 |
| 300 | | 42.8 | 2.5 | 52.5 | 2790 | 4630 | 0.100 | 0.060 | 0.128 | 0.077 | 0.22 | 0.373 | 0.117 | 0.17 | 0.14 |
| 400 | | 45.5 | 2.6 | 55.5 | 3150 | 5510 | 0.078 | 0.047 | 0.100 | 0.060 | 0.24 | 0.359 | 0.113 | 0.15 | 0.13 |
| 500 | | 48.5 | 2.7 | 58.5 | 3610 | 6700 | 0.061 | 0.037 | 0.078 | 0.047 | 0.26 | 0.346 | 0.109 | 0.13 | 0.12 |
| 630 | | 52.5 | 2.8 | 62.5 | 4180 | 8120 | 0.047 | 0.028 | 0.060 | 0.036 | 0.29 | 0.332 | 0.104 | 0.12 | 0.11 |
| 800 | | 56.7 | 3.0 | 67.5 | 4970 | 9920 | 0.037 | 0.022 | 0.047 | 0.028 | 0.32 | 0.321 | 0.101 | 0.11 | 0.10 |
| 1000 | | 60.8 | 3.1 | 71.5 | 5750 | 11940 | 0.029 | 0.018 | 0.037 | 0.022 | 0.35 | 0.311 | 0.098 | 0.10 | 0.10 |

**TABELA 2E: Cabos Monopolares LXHIV /LXHIOV /XHIV /XHIOV para 64/110 kV
(Instalação em Trevo Juntivo)**

| Características Dimensionais | | | | | Características Eléctricas | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------|--|-------|--|-------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|------|
| Secção Nominal (mm) | Espessura Isolação (mm) | Diâmetro sobre Isolação (mm) | Espessura Bainha (mm) | Diâmetro exterior (mm) | Peso Aproximado (kg/km) | | Resistência eléctrica DC a 20°C (Ω/Km) | | Resistência eléctrica AC a 90°C (Ω/Km) | | Capacidade C (µF/km) | Indutância L (mH/km) | Reatância XL (Ω/km) | Impedância Z _{0c} (Ω/km) | |
| | | | | | Al | Cu | Al | Cu | Al | Cu | | | | Al | Cu |
| 240 | 16.0 | 52.5 | 2.9 | 63.0 | 3610 | 5100 | 0.125 | 0.075 | 0.160 | 0.096 | 0.15 | 0.433 | 0.136 | 0.21 | 0.17 |
| 300 | | 54.8 | 2.9 | 65.0 | 3960 | 5790 | 0.100 | 0.060 | 0.128 | 0.077 | 0.16 | 0.417 | 0.131 | 0.18 | 0.15 |
| 400 | | 57.5 | 3.1 | 68.5 | 4410 | 6770 | 0.078 | 0.047 | 0.100 | 0.060 | 0.17 | 0.401 | 0.126 | 0.16 | 0.14 |
| 500 | | 60.5 | 3.1 | 71.5 | 4900 | 7990 | 0.061 | 0.037 | 0.078 | 0.047 | 0.18 | 0.386 | 0.121 | 0.14 | 0.13 |
| 630 | | 64.5 | 3.3 | 75.5 | 5590 | 9530 | 0.047 | 0.028 | 0.060 | 0.036 | 0.20 | 0.370 | 0.116 | 0.13 | 0.12 |
| 800 | | 68.7 | 3.4 | 80.0 | 6430 | 11380 | 0.037 | 0.022 | 0.047 | 0.028 | 0.22 | 0.355 | 0.112 | 0.12 | 0.12 |
| 1000 | | 72.8 | 3.5 | 84.5 | 7300 | 13490 | 0.029 | 0.018 | 0.037 | 0.022 | 0.24 | 0.344 | 0.108 | 0.11 | 0.11 |





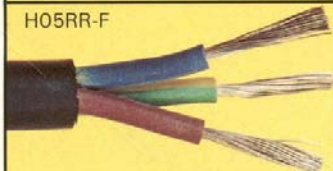
• **TABELA 2F: Cabos Monopolares LXHIV /LXHIOV /XHIV /XHIOV para 87/150 kV
(Instalação em Trevo Juntivo)**

| Características Dimensionais | | | | | Características Eléctricas | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|----------------------------|-------|--|-------|--|-------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------------|------|
| Secção Nominal (mm) | Espessura Isolação (mm) | Diâmetro sobre Isolação (mm) | Espessura Bainha (mm) | Diâmetro exterior (mm) | Peso Aproximado (kg/km) | | Resistência eléctrica DC a 20°C (Ω/Km) | | Resistência eléctrica AC a 90°C (Ω/Km) | | Capacidade C (µF/km) | Indutância L (mH/km) | Reatância XL (Ω/km) | Impedância Z _{0c} (Ω/km) | |
| | | | | | Al | Cu | Al | Cu | Al | Cu | | | | Al | Cu |
| 240 | 20.0 | 60.5 | 3.2 | 71.5 | 4510 | 6000 | 0.125 | 0.075 | 0.160 | 0.096 | 0.13 | 0.458 | 0.144 | 0.22 | 0.17 |
| 300 | | 62.8 | 3.2 | 74.0 | 4890 | 6730 | 0.100 | 0.060 | 0.128 | 0.077 | 0.14 | 0.441 | 0.139 | 0.19 | 0.16 |
| 400 | | 65.5 | 3.3 | 76.5 | 5350 | 7710 | 0.078 | 0.047 | 0.100 | 0.060 | 0.15 | 0.425 | 0.133 | 0.17 | 0.15 |
| 500 | | 68.5 | 3.4 | 80.0 | 5910 | 9000 | 0.061 | 0.037 | 0.078 | 0.047 | 0.16 | 0.409 | 0.128 | 0.15 | 0.14 |
| 630 | | 72.5 | 3.5 | 84.0 | 6630 | 10570 | 0.047 | 0.028 | 0.060 | 0.036 | 0.17 | 0.391 | 0.123 | 0.14 | 0.13 |
| 800 | | 76.7 | 3.7 | 88.5 | 7570 | 12520 | 0.037 | 0.022 | 0.047 | 0.028 | 0.19 | 0.376 | 0.118 | 0.13 | 0.12 |
| 1000 | | 80.8 | 3.8 | 93.0 | 8490 | 14680 | 0.029 | 0.018 | 0.037 | 0.022 | 0.20 | 0.363 | 0.114 | 0.12 | 0.12 |










Nota: Outras tensões comuns (AT) para cabos monopolares: 26 / 45 kV , 64 / 110 kV , 76 / 138 kV.

**ANEXO 3: CABOS DE ENERGIA DE BAIXA TENSÃO
MAIS CORRENTEMENTE USADOS E SUAS
APLICAÇÕES**

• **TABELA 3A: Cabos para INSTALAÇÕES DOMÉSTICAS**

| Tipo | Tensões | Normas de fabrico | Secções mm ² | Constituição | Utilização |
|--|-----------|-------------------|-------------------------|--|--|
|  H07V-U | 450/750 V | NP 2356 | 1,5 a 10 | Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolamento em PVC. | Em canalizações à vista ou embebidas, protegidos por tubos. Em canalizações à vista, protegidos por condutas. |
| H07V-R | 450/750 V | | 1,5 a 400 | | |
|  PT-N05VVH2-U | 300/500 V | NP 3324 | 1,5 a 4 | Alma condutora rígida de cobre, isolamento em PVC, bainha exterior em PVC. | Próprios para instalações fixas à vista, no interior de edifícios. |
| H05V-K | 300/500 V | NP 2356 | 0,5 a 1 | Alma condutora flexível de cobre, isolamento em PVC. | Apropriados para canalizações à vista ou embebidas, protegidos por tubos, para circuitos de sinalização ou controlo. Em canalizações à vista, protegidos por condutas. |
|  H07V-K | 450/750 V | | 1,5 a 240 | | |
|  H03VV-F | 300/300 V | NP 2356 | 0,5 a 0,75 | Alma condutora flexível de cobre, isolamento em PVC, bainha exterior em PVC. | Em locais domésticos, para acções mecânicas fracas, para alimentar aparelhos portáteis leves. Em sinalização e comando. |
| H05VV-F | 300/500 V | | 0,75 a 4 | | |
|  H05RR-F | 300/500V | NP 2357 | 0,75 a 2,5 | Alma condutora flexível de cobre estanhado, isolamento em borracha EPDM, bainha exterior em borracha EPDM. | Próprios para ligação de receptores móveis, sujeitos a pequenos esforços mecânicos, em que seja necessária uma elevada flexibilidade do cabo. |

• **TABELA 3B: Cabos para INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS**

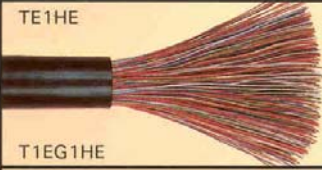




| Tipo | Tensões | Normas de fabrico | Secções mm ² | Constituição | Utilização |
|---|-----------|-------------------|-------------------------|---|---|
| XS  | 0,6/1 KV | NP 3528 | 4,6 e 10 | Alma condutora multifilar de cobre, isolamento em PEX. | Baixas de redes aéreas. |
| LXS | | | 16 a 95 | Alma condutora multifilar de alumínio, isolamento em PEX. | Electrificação rural. Transporte e distribuição de energia. |
| VV  | 0,6/1 KV | NP 2365 | 1,5 a 500 | Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolamento em PVC (VV) ou PEX (XV), bainha exterior em PVC. | Transporte e distribuição de energia, em edifícios e instalações industriais. |
| XV | | | | | |
| A05VV-U  | 300/500 V | NP 2356 | 1,5 a 10 | Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolamento, bainhas interior e exterior em PVC. | Para instalações domésticas correntes, no interior de edifícios. |
| A05VV-R | | | 1,5 a 35 | | |
| XAV  | 0,6/1 KV | NP 2365 | 1,5 a 500 | Alma condutora unifilar ou multifilar de cobre, isolamento em PEX (XAV) ou PVC (VAV), bainha interior em PVC, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC. | Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada. |
| VAV | | | | | |
| LVV  | 0,6/1 KV | NP 2365 | 16 a 500 | Alma condutora multifilar de alumínio, isolamento em PVC (LVV) ou PEX (LVV), bainha de regularização ou enfiagem, bainha exterior em PVC. | Transporte e distribuição de energia em edifícios e instalações industriais. |
| LXV | | | | | |
| LXAV  | 0,6/1 KV | NP 2365 | 16 a 500 | Alma condutora multifilar de alumínio, isolamento em PEX (LXAV) ou PVC (LVAV), bainha interior em PVC, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC. | Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada. |
| LVAV | | | | | |
| LSVAV  | 0,6/1 KV | NP 2365 | 16 a 185 | Alma condutora maciça, circular ou sectorial, de alumínio, isolamento em PVC, bainha interior em PVC, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC. | Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada. |
| PT-N07VA7V-U  | 450/750 V | NP 3325 | 1,5 a 35 | Alma condutora unifilar (U) ou multifilar (R) de cobre, isolamento em PVC, bainha interior de PVC, blindagem em fita de alumínio, bainha exterior em PVC. | Transporte e distribuição de energia em edifícios industriais, comando e sinalização. |
| PT-N07VA7V-R | | | | | |
| HO7RN-F  | 450/750 V | NP 2357 | 1,5 a 35 | Alma condutora multifilar de cobre estanhado, isolamento em borracha EPDM, bainha exterior em borracha neopreno. | Ligações de receptores móveis, sujeitos a esforços mecânicos moderados. |

ANEXO 4: CABOS DE TELECOMUNICAÇÕES

• **QUADRO 4A: Sistema Corrente de Designações de Cabos de Telecomunicações**

| | | | |
|--|---|---------------|--|
| Tipo de Cabo | Cabo de Telecomunicações | T | |
| Material dos condutores | Cobre macio | Nenhuma letra | |
| | Cobre duro ou semi duro | K | |
| Material da isolação | Policloreto de vinilo | V | |
| | Polietileno | E | |
| | Polietileno celular ou 'foam skin' | 1E | |
| Material para tornar o cabo estanque | Geleia | G | |
| | Fita hidroexpansiva | 1G | |
| Blindagem | Comum não estanque | H | |
| | Estanque | 1H | |
| | Transversal + estanque | 2H | |
| Elementos para abaixamento do factor de redução | Fio de alumínio | 1R | |
| | Fitas de alumínio | 1A | |
| Material de acabamento e reforço mecânico | Trança de cobre | Q | |
| | Trança aço galvanizado | 1Q | |
| | Armadura de 2 fitas de aço | A | |
| | Armadura de fios de aço | R | |
| | Armadura de fita de aço corrugada | 2A | |
| Material de bainha | Policloreto de vinilo | V | |
| | Polietileno | E | |
| | Ignifugo LS0H | G | |
| Indicações diversas | Condutores dispostos paralelamente | D | |
| | Cabos auto suportados – tensor metálico | S | |
| | Cabos auto suportados – tensor não metálico | 1S | |
| Composição: | | | |
| Número de pares de diâmetro d | | nx2xd | |
| Número de quadras de diâmetro d | | nx4xd | |

• **TABELA 4B: Cabos de Telecomunicações Mais Comuns e Suas Utilizações**

| Tipo | Normas de fabrico | Composição | Constituição | Utilização |
|--|--|------------------------------|---|---|
|  TE1HE T1EG1HE | 85CL002-1 85CL004-1 Telecom Portugal | Pares e Quadras Pares | Condutores de cobre macio, isolamento em PE ou PE celular, fita de identificação, cinta e fio de rasgar, blindagem em fita ALUPE, ou blindagem estanque em fita ALUPE, bainha exterior em PE. | Redes telefónicas exteriores para ligações locais. |
|  TE1HES | 85CL005-1 Telecom Portugal | Pares e Quadras | Condutores de cobre macio, isolamento de PE, fita de identificação, cinta e fio de rasgar, blindagem em fita ALUPE, bainha exterior em PE, tensor de aço isolado a PE. | Redes telefónicas exteriores, para ligações locais. Próprios para instalação aérea. |
|  TE1HEAV TE1HEAE | 85CL003-1 Telecom Portugal | Pares e Quadras | Condutores de cobre macio, isolamento em PE, fita de identificação, cinta e fio de rasgar, blindagem em fita ALUPE, bainha interior em PE, armadura em fitas de aço, bainha exterior em PVC (AV) ou PE (AE). | Redes telefónicas exteriores, para ligações locais. |
|  TVHV TVV | Com base na CEI-189-2 | Pares | Condutores de cobre, isolamento em PCV, fita de poliéster, fio de continuidade, blindagem em fita de alumínio, fio de rasgar, bainha exterior em PVC. | Redes telefónicas privadas ou ligações a bastidores em centrais telefónicas. |
|  Fibra Óptica — guia-luz | Telecom Portugal | 2 a 24 Fibras Ópticas | Fibras ópticas multimodo ou monomodo, tipo TIGHT ou LOOSE, cableadas em volta de tensor central. Diferentes tipos de revestimentos posteriores de acordo com necessidades do cliente e condições de instalação. | Redes telefónicas Redes de dados Circuitos de TV Usos militares Cablagens de navios e aviões Telecomando e informação em redes de alta tensão. |

• **QUADRO 4C: Características Construtivas e Dimensionais de Um Cabo de Telecomunicações do Tipo TE1HE**

INSTALAÇÃO

Em esteira ou conduta.

CONSTRUÇÃO

Condutor: Fio de cobre macio e nu.

Isolação: Polietileno sólido.

Cintagem: Fitas.

Fio de Rasgar.

Blindagem Estanque: Fita de alumínio/polímero, espessura nominal do alumínio 150 µm.

Bainha Exterior: Polietileno.

Cor preta.

Protecção U.V.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS

| nº pares | Diâmetro do condutor (mm) | | | | | | | |
|----------|---------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | 0,4 | | 0,5 | | 0,6 | | 0,9 | |
| | Diâmetro (mm) | Peso (Kg/Km) | Diâmetro (mm) | Peso (Kg/Km) | Diâmetro (mm) | Peso (Kg/Km) | Diâmetro (mm) | Peso (Kg/Km) |
| 10 | 9 | 80 | 10 | 100 | 11 | 130 | 15 | 240 |
| 20 | 11 | 130 | 12 | 160 | 14 | 210 | 19 | 420 |
| 30 | 12 | 170 | 14 | 220 | 16 | 290 | 22 | 600 |
| 50 | 14 | 250 | 17 | 330 | 19 | 450 | 28 | 950 |
| 100 | 19 | 430 | 22 | 600 | 26 | 800 | 38 | 1750 |
| 150 | 22 | 600 | 27 | 850 | 31 | 1200 | 46 | 2600 |
| 200 | 26 | 800 | 30 | 1100 | 35 | 1550 | 53 | 3450 |
| 300 | 30 | 1150 | 36 | 1650 | 42 | 2300 | 64 | 5100 |
| 400 | 35 | 1500 | 41 | 2150 | 49 | 3050 | | |
| 600 | 41 | 2150 | 50 | 3150 | 59 | 4450 | | |
| 800 | 47 | 2850 | 57 | 4150 | 67 | 5900 | | |
| 900 | 50 | 3200 | 60 | 4650 | 71 | 6600 | | |
| 1000 | 52 | 3550 | 63 | 5100 | 74 | 7300 | | |
| 1200 | 57 | 4200 | 69 | 6100 | | | | |
| 1600 | 65 | 5600 | | | | | | |
| 1800 | 69 | 6200 | | | | | | |
| 2000 | 72 | 6900 | | | | | | |
| 2400 | 79 | 8200 | | | | | | |

ANEXO 5: CONDUTORES NUS PARA AS REDES DE TRANSPORTE E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

• **TABELA 5A: Características dos Condutores Mais Comuns**

(Nota: Os tipos *Zambeze* e *Zebra* são dos mais usados em Portugal, respectivamente para os escalões de 400kV e 220 kV)

| CABO | Diâm. (mm) | Secção (mm ²) | massa (kg/m) | Mod. E (kg/mm ²) | C.D.T. (°) | Cf.Form | CR (kg) | Rcc (20°C) (Ohm/m) | Kr (/K) | CCL (J/m/K) | S aço (mm ²) | Coef. Ef. Pel. |
|----------------|---------------|------------------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------|------------|--------------|-----------------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------------------|
| ACST14.6 | 14,60 | 120,54 | 0,526 | 9388 | 17,20E-6 | 1,1 | 6429 | 311,00E-6 | | | | |
| ACST15.5 | 15,50 | 137,62 | 0,578 | 9133 | 17,00E-6 | 1,1 | 8271 | 309,00E-6 | | | | |
| ACST16.3 | 16,25 | 151,21 | 0,633 | 9252 | 17,00E-6 | 1,0 | 9092 | 280,00E-6 | | | | |
| ASTER570 | 31,05 | 570,24 | 1,575 | 5508 | 23,00E-6 | 1,0 | 18735 | 58,30E-6 | 3,60E-3 | 1397,09 | 0,00 | 1,024 |
| BEAR | 23,45 | 326,12 | 1,226 | 8112 | 17,80E-6 | 1,0 | 11161 | 109,30E-6 | 4,03E-3 | 881,06 | 61,70 | 1,003 |
| DORKING | 16,00 | 152,81 | 0,719 | 10663 | 15,30E-6 | 1,0 | 7865 | 299,20E-6 | 4,03E-3 | 449,26 | 56,30 | |
| GUINEA | 14,60 | 127,24 | 0,598 | 10663 | 15,30E-6 | 1,1 | 6782 | 359,40E-6 | 4,03E-3 | 374,09 | 46,88 | |
| OPGW14.6 | 14,60 | 120,50 | 0,519 | 9381 | 17,20E-6 | 1,1 | | | | | | |
| OPGW15.5 | 15,50 | 135,86 | 0,573 | 9279 | 17,00E-6 | 1,1 | 8271 | 309,00E-6 | | | | |
| PANTHER | 21,00 | 261,20 | 0,974 | 7875 | 17,73E-6 | 1,0 | | | 4,03E-3 | | | |
| PASTEL147 | 15,75 | 147,11 | 0,553 | 8568 | 18,10E-6 | 1,1 | 8352 | 279,00E-6 | 3,60E-3 | 397,43 | 27,83 | |
| SWG19/13 | 11,70 | 81,61 | 0,649 | 19000 | 11,50E-6 | 1,2 | 7200 | | 3,50E-3 | 308,49 | 81,61 | |
| SWG7/13 | 7,02 | 30,10 | 0,240 | 19339 | 11,52E-6 | 1,2 | | | 3,50E-3 | | 30,10 | |
| TEJO | 25,11 | 373,90 | 1,615 | 9350 | 15,75E-6 | 1,0 | | | 4,03E-3 | | | |
| ZAMBEZE | 31,80 | 594,97 | 1,798 | 6276 | 21,20E-6 | 1,0 | 12211 | 51,10E-6 | 4,03E-3 | 1497,03 | 29,59 | 1,021 |
| ZEBRA | 28,62 | 484,48 | 1,632 | 6939 | 19,30E-6 | 1,0 | 13111 | 67,40E-6 | 4,03E-3 | 1260,92 | 55,60 | 1,011 |

Kr - Coeficiente de variação da Resistência do cabo c/temperatura (/°K)
 CCL - Capacidade calorífico linear (J/m/K) $C=C_s*S_s+Ca*Sa$
 Cs - Calor Especifico do aço =3,78E+6 J/m³/K
 Ca - Calor Especifico do alumínio =2,45E+6 J/m³/K
 Ss, Sa - Secções respectivamente do aço e alumínio (mm²)
 Coef. Ef. Pel. - Coeficiente de Efeito Pelicular

• **TABELA 5B: Características das Linhas a 150 kV da Rede Nacional de Transporte**

| Linhas a 150 kV em 31 Dez. 2003 | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------|-------------|
| B. ^{to} Inicial | B. ^{to} Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Alto Rabagão | Caniçada | 1 x Bear | 33,928 km |
| Vila Nova | Salamonde | 1 x Panther | 8,046 km |
| Vila Nova | Riba d'Ave | 1 x Panther | 53,500 km |
| Salamonde | Caniçada | 1 x Panther | 13,856 km |
| Caniçada | Vila Fria 1 | 1 x Bear | 46,668 km |
| Caniçada | Vila Fria 2 | 1 x Bear | 50,175 km |
| Caniçada | Oleiros | 1 x Bear | 26,744 km |
| Oleiros | Vila Fria | 1 x Bear | 23,573 km |
| Caniçada | Riba d'Ave 1 | 1 x Panther | 33,185 km |
| Caniçada | Riba d'Ave 2 | 1 x Bear | 33,155 km |
| Riba d'Ave | Oleiros 1 | 1 x Panther | 35,220 km |
| Riba d'Ave | Ermesinde 1 | 1 x Bear | 28,477 km |
| Riba d'Ave | Ermesinde 2 | 1 x Bear | 27,382 km |
| Riba d'Ave | Ermesinde 3 | 1 x Bear | 27,441 km |
| Riba d'Ave | Ermesinde 4 | 1 x Bear | 33,201 km |
| Riba d'Ave | Ruivães | 1 x Bear | 5,102 km |
| Vermoim | Ermesinde 1 | 1 x Bear | 9,468 km |
| Vermoim | Ermesinde 2 | 1 x Bear | 9,531 km |
| Vermoim | Ermesinde 3 | 1 x Zebra | 9,461 km |
| Tabuaço | Régua | 1 x Bear | 16,877 km |
| Zêzere | Pereiros 1 | 1 x Bear | 71,128 km |
| Cabril | Bouçã | 1 x Bear | 10,473 km |
| Bouçã | Zêzere 1 | 1 x Bear | 36,569 km |
| Bouçã | Zêzere 2 | 1 x Bear | 36,606 km |
| Castelo do Bode | Zêzere 1 | 1 x Bear | 0,696 km |
| Castelo do Bode | Zêzere 2 | 1 x Bear | 0,705 km |
| Castelo do Bode | Zêzere 3 | 1 x Bear | 0,717 km |
| Zêzere | Falagueira | 1 x Bear | 53,670 km |
| Fratel | Falagueira | 1 x Bear | 7,818 km |
| Falagueira | Ródão 1 | 1 x Zebra | 19,857 km |
| Falagueira | Ródão 2 | 1 x Zebra | 19,855 km |
| Zêzere | Sacavém 2 | 1 x Bear | 109,866 km |
| | | 1 x Cabo Alumínio | 1,794 km |
| Zêzere | Porto Alto 1 | 1 x Bear | 93,142 km |
| Zêzere | Porto Alto 2 | 1 x Bear | 93,142 km |
| Fanhões | Sacavém 1 | 1 x Zebra | 13,276 km |

TABELA 5C: Características das Linhas a 150 kV da Rede Nacional de Transporte

| Linhas a 150 kV em 31 Dez. 2003 | | | |
|---------------------------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
| B.º Inicial | B.º Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Sacavém | Porto Alto | 1 x Bear | 32,206 km |
| | | 1 x Cabo Alumínio | 1,797 km |
| Porto Alto | Palmela 1 | 1 x Bear | 36,695 km |
| Porto Alto | Palmela 2 | 1 x Bear | 36,553 km |
| Porto Alto | Quinta Grande | 1 x Bear | 34,972 km |
| Palmela | Fernão Ferro 1 | 1 x Zebra | 22,965 km |
| Palmela | Fernão Ferro 2 | 1 x Zebra | 22,965 km |
| Palmela | Quinta do Anjo | 1 x Zebra | 11,964 km |
| Fernão Ferro | Quinta do Anjo | 1 x Zebra | 12,126 km |
| Palmela | Seixal | 1 x Zebra | 24,318 km |
| Fernão Ferro | Monte da Caparica | 1 x Zebra | 12,988 km ⁽¹⁾ |
| Fernão Ferro | Fogueteiro 1 | 1 x Bear | 4,403 km |
| Fernão Ferro | Fogueteiro 2 | 1 x Bear | 4,399 km |
| Palmela | Setúbal 1 | 1 x Bear | 4,242 km |
| Palmela | Setúbal 2 | 1 x Bear | 4,102 km |
| Palmela | Setúbal 3 | 1 x Zebra | 4,036 km |
| Palmela | Évora | 1 x Bear | 96,695 km |
| F. do Alentejo | Évora | 1 x Zebra | 61,301 km |
| Palmela | Monte da Pedra | 1 x Bear | 41,001 km |
| Monte da Pedra | Sines | 1 x Bear | 50,502 km |
| Central de Sines | Sines 1 | 2 x Zambeze | 12,800 km |
| Sines | Ermidas Sado | 1 x Bear | 32,567 km |
| Ermidas Sado | Ferreira do Alentejo | 1 x Bear | 25,999 km |
| Sines | Ourique 1 | 1 x Zebra | 63,427 km |
| Sines | Ourique 2 | 1 x Zebra | 63,427 km |
| Sines | Sabóia | 1 x Bear | 60,770 km |
| Sabóia | Tunes | 1 x Bear | 55,747 km |
| Sabóia | Luzianes 1 | 1 x Bear | 8,513 km |
| Sabóia | Luzianes 2 | 1 x Bear | 8,513 km |
| Sines | Tunes 2 | 1 x Bear | 116,238 km |
| F. do Alentejo | Ourique | 1 x Bear | 44,501 km |
| Ourique | Tunes | 1 x Bear | 61,588 km |
| Ourique | Neves Corvo | 1 x Bear | 21,966 km |
| Ourique | Estói 1 | 1 x Bear | 73,795 km |
| Ourique | Estói 2 | 1 x Bear | 73,895 km |

| Ramais a 150 kV em 31 Dez. 2003 | | | |
|---------------------------------|------------------|--------------|--------------|
| B.º Inicial | B.º Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Alto Rabagão - Caniçada | p/ Chaves | 1 x Bear | 36,615 km |
| Caniçada - Vila Fria 1 | p/ V. das Furnas | 1 x Bear | 7,322 km |
| Caniçada - Riba d'Ave 2 | p/ Guimarães | 1 x Bear | 3,654 km |
| Vermoim - Ermesinde 3 | p/ Maia | 1 x Bear | 2,189 km |
| Fratel - Falagueira | p/ Pracana | 1 x Bear | 3,100 km |
| Zêzere - Porto Alto 2 | p/ Quinta Grande | 1 x Bear | 16,850 km |
| Palmela - Seixal | p/ Fernão Ferro | 1 x Zebra | 5,190 km |
| Palmela - Seixal | p/ Lusosider | 1 x Bear | 0,172 km |
| Palmela - Évora | p/ Pegões | 1 x Bear | 6,933 km |
| Palmela - Monte da Pedra | p/ Pegões | 1 x Bear | 8,492 km |
| Comprimento total | | | 2 428,798 km |

TABELA 5D: Características das Linhas a 220 kV da Rede Nacional de Transporte

| Linhas a 220 kV em 31 Dez. 2003 | | | |
|---------------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|
| B. ^{to} Inicial | B. ^{to} Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Valdigem | Carrapatelo 1 | 1 x Zebra | 32,797 km |
| Valdigem | Carrapatelo 2 | 1 x Zebra | 32,862 km |
| Valdigem | Carrapatelo 3 | 1 x Zebra | 32,862 km |
| Carrapatelo | Torrão | 1 x Zebra | 12,779 km |
| Torrão | Recarei | 1 x Zebra | 20,847 km |
| C. Torrão | Torrão 1 | 1 x Zebra | 0,233 km |
| C. Torrão | Torrão 2 | 1 x Zebra | 0,272 km |
| Recarei | Canelas 1 | 1 x Zebra | 21,353 km ⁽²⁾ |
| Recarei | Vermoim 2 | 2 x Zambeze | 18,649 km |
| Recarei | Vermoim 3 | 2 x Zambeze | 18,665 km |
| T. do Outeiro | Recarei | 3 x Zambeze | 10,383 km |
| T. do Outeiro | Canelas | 3 x Zambeze | 18,396 km |
| Recarei | Canelas 3 | 3 x Zambeze | 27,352 km |
| Carrapatelo | Estarreja 1 | 1 x Zebra | 49,257 km |
| Carrapatelo | Estarreja 2 | 1 x Zebra | 49,176 km |
| Carrapatelo | Mourisca | 1 x Zebra | 67,770 km |
| Mourisca | Pereiros | 1 x Zebra | 55,598 km |
| Estarreja | Pereiros | 1 x Zebra | 81,282 km |
| Vila Chã | Pereiros 1 | 1 x Zebra | 68,498 km |
| Vila Chã | Pereiros 2 | 1 x Zebra | 68,821 km |
| Aguieira | Pereiros 1 | 1 x Zebra | 30,437 km |
| Aguieira | Pereiros 2 | 1 x Zebra | 30,171 km |
| Pereiros | Batalha 1 | 1 x Zebra | 66,674 km |
| Pereiros | Batalha 2 | 1 x Zebra | 76,146 km |
| Batalha | Rio Maior 1 | 1 x Zebra | 39,866 km |
| Batalha | Rio Maior 2 | 1 x Zebra | 49,095 km |
| Rio Maior | Trajouce | 1 x Zebra | 79,415 km |
| C. Ribatejo | Carregado | 1 x Cabo EDP | 0,800 km |
| Carregado | Rio Maior 1 | 1 x Zebra | 39,677 km |
| Carregado | Rio Maior 2 | 1 x Zebra | 38,736 km |
| Carregado | Rio Maior 3 | 1 x Zebra | 38,810 km |
| Carregado | Santarém | 1 x Zebra | 34,748 km ⁽²⁾ |
| Carregado | Sacavém | 1 x Zebra | 29,958 km |
| | | 1 x Cabo Alumínio | 1,782 km |
| Fanhões | Sacavém 2 | 1 x Zebra | 13,273 km |
| | | 1 x Cabo Alumínio | 1,796 km |
| Carregado | Fanhões 2 | 1 x Zebra | 25,392 km |
| Carregado | Seixal | 1 x Zebra | 56,777 km |
| Carregado | Alto do Mira | 1 x Zebra | 38,461 km |
| Fanhões | Carriche | 1 x Zebra | 19,527 km |
| Fanhões | Alto do Mira 3 | 1 x Zebra | 18,277 km |
| Alto do Mira | Carriche | 1 x Zebra | 7,828 km |
| Carriche | Sete Rios | 1 x Cabo Cobre | 7,610 km |

TABELA 5E: Características das Linhas a 220 kV da Rede Nacional de Transporte

| Linhas a 220 kV em 31 Dez. 2003 | | | |
|---------------------------------|----------------------------|---------------|-------------------------|
| B. ^{to} Inicial | B. ^{to} Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Miranda | Picote 1 | 1 x Zebra | 14,855 km |
| Miranda | Picote 2 | 1 x Zambeze | 15,482 km |
| C. Picote | Picote 1 | 1 x Zebra | 0,436 km |
| C. Picote | Picote 2 | 1 x Zebra | 0,437 km |
| C. Picote | Picote 3 | 1 x Zebra | 0,439 km |
| Picote | Bemposta | 1 x Zebra | 19,083 km |
| Picote | Pocinho | 1 x Zebra | 74,443 km |
| Picote | Mogadouro | 1 x Zebra | 20,858 km |
| Mogadouro | Valeira | 1 x Zebra | 74,121 km |
| Bemposta | Aldeavila (troço nacional) | 1 x Zebra | 28,148 km |
| Bemposta | Pocinho | 1 x Zebra | 61,110 km |
| Pocinho | Aldeavila (troço nacional) | 1 x Zebra | 39,580 km |
| Pocinho | Saucelle (troço nacional) | 1 x Zebra | 30,222 km |
| C. Pocinho | Pocinho | 1 x Zebra | 1,039 km |
| Pocinho | Valdigem 1 | 1 x Zebra | 58,214 km |
| Pocinho | Valdigem 2 | 1 x Zebra | 56,414 km |
| Pocinho | Chafariz 1 | 1 x Zebra | 61,852 km |
| Chafariz | Vila Chã 1 | 1 x Zebra | 34,542 km |
| Pocinho | Chafariz 2 | 1 x Zebra | 61,816 km |
| Chafariz | Vila Chã 2 | 1 x Zebra | 34,601 km |
| Chafariz | Ferro 1 | 1 x Aster 570 | 72,995 km |
| Chafariz | Ferro 2 | 1 x Aster 570 | 72,995 km |
| Valeira | Valdigem 1 | 1 x Zebra | 32,604 km |
| Valeira | Valdigem 2 | 1 x Zebra | 32,604 km |
| C. Régua | Valdigem | 1 x Zebra | 2,143 km |
| Valdigem | Vermoim | 1 x Zebra | 73,268 km |
| Valdigem | Recarei 1 | 1 x Zebra | 65,040 km |
| Valdigem | Urrô | 1 x Zebra | 49,989 km |
| Urrô | Recarei | 1 x Zebra | 15,703 km |
| Recarei | Vermoim 1 | 1 x Zebra | 20,221 km |
| Recarei | Custóias | 1 x Zebra | 29,275 km |
| Vermoim | Custóias 1 | 1 x Zebra | 10,409 km |
| Custóias | Prelada | 1 x Zambeze | 6,574 km ⁽¹⁾ |
| Vermoim | Prelada | 1 x Zambeze | 6,945 km ⁽¹⁾ |

| Ramais a 220 kV em 31 Dez. 2003 | | | |
|---------------------------------|------------------------|---------------|-------------|
| B. ^{to} Inicial | B. ^{to} Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Chafariz - Vila Chã 1 | p/ Gouveia | 1 x Zebra | 5,881 km |
| Chafariz - Vila Chã 2 | p/ Gouveia | 1 x Zebra | 5,932 km |
| Chafariz - Ferro 1 | p/ Sobral | 1 x Aster 570 | 0,789 km |
| Chafariz - Ferro 2 | p/ Sobral | 1 x Aster 570 | 0,790 km |
| Recarei - Canelas 3 | p/ T. do Outeiro | 3 x Zambeze | 0,815 km |
| T. do Outeiro - Canelas | p/ Estarreja | 1 x Zebra | 31,729 km |
| Vila Chã - Pereiros 1 | p/ Mortágua | 1 x Zebra | 18,211 km |
| Agueira - Pereiros 2 | p/ Mortágua | 1 x Zebra | 7,748 km |
| Mourisca - Pereiros | p/ Mogofores | 1 x Zebra | 2,612 km |
| Pereiros - Batalha 2 | p/ Pombal | 1 x Zebra | 3,590 km |
| Alto do Mira - Carriche | p/ Trajouce | 1 x Zebra | 8,890 km |
| Carregado - Alto do Mira | p/ Carriche | 1 x Zebra | 2,760 km |
| Fanhões - Alto do Mira 3 | p/ Carriche | 1 x Zebra | 2,497 km |

| | | | |
|-------------------|--------------|--|--|
| Comprimento total | 2 703,899 km | | |
|-------------------|--------------|--|--|

TABELA 5F: Características das Linhas a 400 kV da Rede Nacional de Transporte

| Linhas a 400 kV em 31 Dez. 2002 | | | |
|--|---------------------------|----------------|-------------|
| B. ^{to} Inicial | B. ^{to} Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Alto Lindoso | Cartelle (Troço Nacional) | 2 x Rail | 1,118 km |
| C. Alto Lindoso | Alto Lindoso 1 | 2 x Aster 1144 | 0,434 km |
| C. Alto Lindoso | Alto Lindoso 2 | 2 x Aster 1144 | 0,414 km |
| Alto Lindoso | Riba d'Ave 1 | 2 x Zambeze | 59,057 km |
| Alto Lindoso | Riba d'Ave 2 | 2 x Zambeze | 59,561 km |
| Riba d'Ave | Recarei 1 | 2 x Zambeze | 29,429 km |
| Riba d'Ave | Recarei 2 | 2 x Zambeze | 34,097 km |
| Recarei | Lavos | 2 x Zambeze | 133,153 km |
| Lavos | Rio Maior | 2 x Zambeze | 86,486 km |
| Recarei | Rio Maior 2 | 2 x Zambeze | 223,431 km |
| Pego | Rio Maior | 2 x Zambeze | 81,343 km |
| Pego | Cedillo (Troço Nacional) | 2 x Zambeze | 64,225 km |
| C. Pego | Pego 1 | 2 x Zambeze | 0,196 km |
| C. Pego | Pego 2 | 2 x Zambeze | 0,184 km |
| Rio Maior | Fanhões | 2 x Zambeze | 53,021 km |
| Rio Maior | Palmela | 2 x Zambeze | 88,317 km |
| Palmela | Fanhões | 2 x Zambeze | 68,056 km |
| Fanhões | Alto Do Mira 4 | 2 x Zambeze | 18,296 km |
| Fanhões | Alto Do Mira 5 | 2 x Zambeze | 18,599 km |
| C. Setúbal | Palmela 1 | 2 x Zambeze | 7,269 km |
| C. Setúbal | Palmela 2 | 2 x Zambeze | 7,269 km |
| C. Setúbal | Palmela 3 | 2 x Zambeze | 7,227 km |
| C. Setúbal | Palmela 4 | 2 x Zambeze | 7,227 km |
| Palmela | Sines 2 | 2 x Zambeze | 96,035 km |
| Palmela | Sines 3 | 2 x Zambeze | 96,237 km |
| C. Sines | Sines 2 | 2 x Zambeze | 12,209 km |
| C. Sines | Sines 3 | 2 x Zambeze | 11,966 km |
| C. Sines | Sines 4 | 2 x Zambeze | 11,966 km |
| F. do Alentejo | Sines | 2 x Zambeze | 59,402 km |
| Alqueva | F. do Alentejo | 2 x Zambeze | 65,166 km |

| Ramais a 400 kV em 31 Dez. 2003 | | | |
|--|------------------------|--------------|-------------|
| B. ^{to} Inicial | B. ^{to} Final | Tipo de Cabo | Comprimento |
| Pego - Cedillo | p/ Falagueira | 2 x Zambeze | 1,282 km |

| | |
|-------------------|--------------|
| Comprimento total | 1 402,702 km |
|-------------------|--------------|

**ANEXO 6: TABELAS DE INTENSIDADES DE
CORRENTE MÁXIMAS ADMISSÍVEIS PARA
DIFERENTES TIPOS DE CABOS**

- As tabelas apresentadas nas páginas seguintes foram extraídas de diferentes catálogos de fabricantes nacionais de cabos eléctricos. Embora a estrutura geral seja idêntica, para todas elas, há grafismos diferentes e algumas variações de pormenor.

6.A: TABELAS DE CONJUNTO

- **TABELA 6A1**

| H05 (07)V-U / H07V-R / H05 (07)V-K | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|---------------------|---------------------|--|---|
| Secção (mm ²) | Condutores em tubos | | | Condutores à vista Afastamento mútuo: | |
| | 1 a 3 condutores | 4 a 6 condutores | 7 a 9 condutores | Menor que o diâmetro exterior | Igual ou maior que o diâmetro exterior |
| 0.5 | 8 | 6 | 6 | 11 | 13 |
| 0.75 | 10 | 8 | 8 | 14 | 17 |
| 1 | 13 | 10 | 9 | 17 | 21 |
| 1.5 | 17 | 14 | 12 | 22 | 22 |
| 2.5 | 22 | 18 | 15 | 30 | 36 |
| 4 | 29 | 23 | 20 | 40 | 46 |
| 6 | 37 | 30 | 26 | 50 | 60 |
| 10 | 50 | 40 | 35 | 70 | 85 |
| 16 | 70 | 56 | 49 | 95 | 110 |
| 25 | 95 | 76 | 66 | 125 | 145 |
| 35 | 120 | 96 | 84 | 150 | 180 |
| 50 | 140 | 113 | 98 | 180 | 210 |
| 70 | 185 | 148 | 130 | 230 | 275 |
| 95 | 225 | 180 | 158 | 275 | 330 |
| 120 | 265 | 212 | 186 | 335 | 390 |
| 150 | 320 | 256 | 224 | 360 | 440 |
| 185 | 350 | 280 | 245 | 410 | 505 |
| 240 | 415 | 332 | 290 | 480 | 595 |
| 300 | 480 | 384 | 336 | 550 | 685 |
| 400 | 580 | 464 | 406 | 650 | 820 |
| 500 | 670 | 536 | 469 | 810 | 935 |

Condições:

- Temperatura Ambiente: 20 °C;
- Temperatura no Solo: 20 °C;
- Resistência Térmica do Solo: 70 °C.m/W;
- Profundidade de Enterramento: 0,5 m a 0,7 m;
- Temperatura no Conductor: 70 °C para o PVC e 90 °C para o PEX.

• **TABELA 6A2**

| TIPO | VV / VAV / H05VV-F | | | | | | LVV / LSVV / LVAV / LSVAV | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-------|---------|-------|-----------|-------|---------------------------|-------|---------|-------|-----------|-------|
| | COBRE | | | | | | ALUMÍNIO | | | | | |
| | 1 cond.* | | 2 cond. | | 3-4 cond. | | 1 cond.* | | 2 cond. | | 3-4 cond. | |
| Secção (mm ²) | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar |
| 0.75 | | | | 14 | | 12 | | | | | | |
| 1 | | | | 17 | | 15 | | | | | | |
| 1.5 | 34 | 27 | 30 | 22 | 25 | 20 | | | | | | |
| 2.5 | 45 | 36 | 40 | 30 | 35 | 28 | | | | | | |
| 4 | 60 | 48 | 50 | 40 | 45 | 36 | 48 | 38 | 40 | 32 | 36 | 29 |
| 6 | 75 | 60 | 65 | 50 | 60 | 48 | 60 | 48 | 50 | 40 | 48 | 38 |
| 10 | 105 | 85 | 90 | 70 | 80 | 65 | 85 | 70 | 70 | 55 | 65 | 50 |
| 16 | 135 | 110 | 120 | 95 | 110 | 90 | 110 | 90 | 95 | 75 | 90 | 70 |
| 25 | 180 | 145 | 155 | 125 | 135 | 110 | 145 | 115 | 125 | 100 | 110 | 90 |
| 35 | 225 | 180 | 185 | 150 | 165 | 130 | 185 | 145 | 150 | 120 | 130 | 105 |
| 50 | 260 | 210 | 220 | 180 | 190 | 150 | 210 | 170 | 175 | 145 | 150 | 120 |
| 70 | 345 | 275 | 280 | 225 | 245 | 195 | 275 | 220 | 225 | 180 | 195 | 155 |
| 95 | 410 | 330 | 335 | 270 | 295 | 235 | 330 | 265 | 270 | 215 | 235 | 190 |
| 120 | 485 | 390 | 380 | 305 | 340 | 270 | 390 | 310 | 305 | 245 | 270 | 215 |
| 150 | 550 | 440 | 435 | 350 | 390 | 310 | 440 | 350 | 350 | 280 | 310 | 250 |
| 185 | 630 | 505 | 490 | 390 | 445 | 355 | 505 | 405 | 390 | 310 | 355 | 285 |
| 240 | 740 | 595 | 570 | 455 | 515 | 410 | 590 | 475 | 455 | 365 | 410 | 330 |
| 300 | 855 | 685 | 640 | 510 | 590 | 420 | 685 | 550 | 510 | 410 | 470 | 375 |
| 400 | 1015 | 820 | 760 | 610 | 700 | 560 | 810 | 655 | 610 | 490 | 560 | 450 |
| 500 | 1170 | 935 | - | - | - | - | 935 | 750 | - | - | - | - |

*Caso de um condutor: admite-se que o cabo está fora da influência térmica dos restantes.

Condições: Idênticas às da Tabela 6A1; Cabos para baixa tensão.

• **TABELA 6A3**

| TIPO | X / XV / XAV | | | | LX / LXV / LXAV | | | |
|---------------------------|--------------|-------|-----------|-------|-----------------|-------|-----------|-------|
| | COBRE | | | | ALUMÍNIO | | | |
| | 1 cond.* | | 3-4 cond. | | 1 cond.* | | 3-4 cond. | |
| Secção (mm ²) | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar | enterr. | ao ar |
| 16 | | | 120 | 105 | | | 95 | 75 |
| 25 | | | 160 | 135 | | | 120 | 105 |
| 35 | | | 195 | 170 | | | 150 | 125 |
| 50 | 330 | 285 | 235 | 205 | 255 | 215 | 185 | 160 |
| 70 | 430 | 370 | 290 | 260 | 310 | 280 | 220 | 195 |
| 95 | 480 | 450 | 340 | 320 | 375 | 345 | 270 | 240 |
| 120 | 550 | 530 | 395 | 370 | 425 | 405 | 300 | 280 |
| 150 | 625 | 670 | 445 | 435 | 480 | 460 | 340 | 325 |
| 185 | 700 | 725 | 505 | 490 | 535 | 540 | 390 | 380 |
| 240 | 815 | 850 | 590 | 585 | 625 | 645 | 450 | 445 |

*Caso de um condutor: admite-se que o cabo está fora da influência térmica dos restantes.

Condições:

- Temperatura Ambiente: 20 °C (40°C para os cabos em Torçada);
- Temperatura no Solo: 20 °C;
- Resistência Térmica do Solo: 70 °C.m/W;
- Profundidade de Enterramento: 0,5 m a 0,7 m;
- Temperatura no Condutor: 70 °C para o PVC e 90 °C para o PEX;
- Tensões: Cabos para baixa tensão.

• **TABELA 6A4**

Características Eléctricas e Dimensionais dos Cabos LVV, LSVV, LVAV, LSVAV

| Secção Nominal mm ² | 1 Condutor (1) | | | | | | 2 Condutores (2) | | | | | | | | | | 3 Condutores | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------|------|-------------------|------------------|-----|-----|-------|------|------|-------|-------------|-----|-----|--------------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| | Intensidade | | Queda de Tensão cos φ = 0,8 (4) | ø Exterior Aprox. mm | | Peso Aprox. kg/km | β = 20°C | | ΔU | ø | | Peso | | Intensidade | | ΔU | ø | | Peso | | ø | Peso | | | |
| | Instalação Subterrânea β = 20°C | Instalação ao Ar β = 30°C | | I | II | | I | II | | A | A | I | II | I | II | | A | A | I | II | | I | II | I | II |
| | mm ² | A | A | ΔU = V/A.km | I | II | I | II | A | A | I | II | I | II | A | A | I | II | I | II | I | II | I | II | |
| 16 | 110 | 80 | 3.300 | 10.1 | 12.8 | 14.0 | 250 | 95 | 67 | 3.760 | 13.7 | 17.6 | 24.0 | 54.0 | 90 | 62 | 3.280 | 15.8 | 21.7 | 33.0 | 78.0 | 17.6 | 22.7 | 42.0 | 88.0 |
| 25 | 145 | 102 | 2.110 | 11.7 | 14.6 | 19.0 | 310 | 125 | 89 | 2.390 | 16.0 | 19.8 | 34.0 | 69.0 | 110 | 80 | 2.090 | 18.6 | 24.6 | 47.0 | 100.0 | 20.9 | 26.0 | 60.0 | 115.0 |
| 35 | 180 | 129 | 1.550 | 12.7 | 16.6 | 23.0 | 500 | 150 | 107 | 1.750 | 17.5 | 22.6 | 42.0 | 87.0 | 130 | 93 | 1.530 | 20.4 | 25.5 | 58.0 | 110.0 | 23.4 | 28.1 | 77.0 | 135.0 |
| 50 | 210 | 151 | 1.180 | 14.4 | 18.3 | 30.0 | 610 | 175 | 129 | 1.310 | 20.0 | 25.1 | 55.0 | 105.0 | 150 | 107 | 1.150 | 23.7 | 28.6 | 78.0 | 135.0 | 27.0 | 31.8 | 100.0 | 165.0 |
| 70 | 275 | 196 | 0.834 | 15.9 | 19.8 | 38.0 | 720 | 225 | 160 | 0.927 | 22.5 | 27.2 | 71.0 | 125.0 | 195 | 138 | 0.821 | 26.4 | 31.1 | 100.0 | 165.0 | 29.8 | 37.1 | 130.0 | 250.0 |
| 95 | 330 | 236 | 0.626 | 18.6 | 23.3 | 48.0 | 900 | 270 | 191 | 0.687 | 27.0 | 32.1 | 97.0 | 165.0 | 235 | 169 | 0.614 | 31.4 | 38.8 | 135.0 | 260.0 | 36.7 | 43.4 | 165.0 | 300.0 |
| 120 | 390 | 276 | 0.512 | 20.2 | 24.9 | 57.0 | 1050 | 305 | 218 | 0.558 | 29.0 | 34.8 | 115.0 | 190.0 | 270 | 191 | 0.502 | 34.7 | 41.7 | 160.0 | 300.0 | 39.6 | 47.8 | 200.0 | 360.0 |
| 150 | 44.0 | 311 | 0.432 | 22.0 | 27.1 | 66.0 | 1250 | 350 | 249 | 0.467 | 31.9 | 39.3 | 140.0 | 260.0 | 310 | 222 | 0.424 | 38.4 | 46.2 | 200.0 | 350.0 | 44.6 | 52.0 | 235.0 | 405.0 |
| 185 | 505 | 360 | 0.363 | 24.6 | 29.3 | 85.0 | 1450 | 390 | 276 | 0.387 | 35.4 | 43.2 | 170.0 | 310.0 | 355 | 254 | 0.354 | 42.1 | 50.5 | 240.0 | 420.0 | 49.0 | 57.6 | 290.0 | 500.0 |
| 240 | 590 | 423 | 0.296 | 27.4 | 32.1 | 105.0 | 1700 | 455 | 325 | 0.312 | 39.5 | 47.8 | 215.0 | 380.0 | 410 | 294 | 0.288 | 47.8 | 56.8 | 310.0 | 510.0 | 55.5 | 64.1 | 380.0 | 610.0 |
| 280 | 64.0 | 463 | 0.273 | 28.3 | 33.0 | 125.0 | 1900 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 300 | 685 | 490 | 0.253 | 30.1 | 36.4 | 130.0 | 2100 | 510 | 365 | 0.263 | 44.2 | 52.6 | 270.0 | 450.0 | 470 | 334 | 0.245 | 52.6 | 61.4 | 380.0 | 600.0 | 61.0 | 70.2 | 460.0 | 720.0 |
| 380 | 780 | 561 | 0.219 | 31.9 | 39.1 | 158.0 | 2800 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 400 | 810 | 583 | 0.215 | 33.9 | 40.5 | 165.0 | 2900 | 610 | 436 | 0.236 | 49.6 | 58.4 | 330.0 | 540.0 | 560 | 401 | 0.204 | 60.2 | 68.9 | 490.0 | 740.0 | 69.5 | 78.5 | 580.0 | 870.0 |
| 480 | 910 | 650 | 0.190 | 35.5 | 42.3 | 200.0 | 3300 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 500 | 935 | 668 | 0.185 | 37.2 | 44.0 | 200.0 | 3400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 600 | 1050 | 748 | 0.169 | 38.4 | 45.2 | 235.0 | 3800 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 630 | 1080 | 774 | 0.161 | 42.5 | 50.3 | 250.0 | 4200 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 740 | 1190 | 854 | 0.149 | 42.0 | 49.8 | 285.0 | 4500 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Condições:

- (1) As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (trevo juntivo) multiplicar os valores por 0,80;
- (2) As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização monofásica;
- (3) As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica;
- (4) As quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica;
- (I) Cabo sem protecção mecânica;
- (II) Cabo com protecção mecânica;
- Tensões: 0,6/1 kV.

• **TABELA 6A5**

| Características Eléctricas e Dimensionais dos Cabos LXV, LSXV, LXAV, LSXAV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------|------|----------------------|------------------|----------|----------|-------------|------|------|----------------------|----------|----------|--------------|-------|------|--------------|------|------|------|------|------|------|
| Secção Nominal | 1 Condutor (1) | | | | | | 2 Condutores (2) | | | | | | 3 e 4 Condutores (3) | | | 3 Condutores | | | 4 Condutores | | | | | | |
| | Intensidade | | Queda de Tensão cos φ = 0,8 (4) | Ø Exterior Aprox. | | Peso Aprox. kg/km | Intensidade | | | Intensidade | | | Ø | | Peso | | Ø | | Peso | | | | | | |
| | Instalação Subterrânea θ = 20°C | Instalação ao Ar θ = 30°C | | ΔU = V/A.km | I | | II | θ = 20°C | θ = 30°C | ΔU | I | II | Peso | θ = 20°C | θ = 30°C | ΔU | I | II | I | II | I | II | | | |
| | mm² | A | A | I | II | I | II | A | A | I | II | I | II | A | A | I | II | I | II | I | II | | | | |
| 16 | - | 105 | 3.500 | 9.5 | 12.2 | 126 | 236 | 104 | 91 | 4.000 | 12.5 | 16.4 | 212 | 512 | 87 | 79 | 3.490 | 14.6 | 20.5 | 288 | 738 | 16.4 | 21.5 | 364 | 824 |
| 25 | 180 | 135 | 2.240 | 11.1 | 13.4 | 170 | 290 | 133 | 108 | 2.550 | 14.8 | 18.6 | 300 | 650 | 111 | 98 | 2.230 | 17.4 | 23.4 | 410 | 940 | 19.7 | 24.8 | 520 | 1070 |
| 35 | 215 | 166 | 1.650 | 12.1 | 16.0 | 207 | 477 | 160 | 135 | 1.860 | 16.3 | 21.4 | 374 | 824 | 134 | 122 | 1.630 | 19.2 | 24.3 | 511 | 1031 | 22.2 | 26.9 | 678 | 1258 |
| 50 | 257 | 205 | 1.290 | 13.6 | 17.5 | 267 | 577 | 188 | 164 | 1.390 | 18.4 | 23.5 | 484 | 984 | 160 | 149 | 1.220 | 22.1 | 27.0 | 681 | 1251 | 25.4 | 30.2 | 868 | 1518 |
| 70 | 315 | 260 | 0.883 | 15.3 | 18.2 | 345 | 685 | 233 | 211 | 0.984 | 21.3 | 26.0 | 640 | 1180 | 197 | 192 | 0.870 | 25.2 | 29.9 | 895 | 1545 | 28.6 | 35.9 | 1160 | 2360 |
| 95 | 377 | 321 | 0.662 | 17.6 | 22.7 | 425 | 845 | 275 | 257 | 0.728 | 25.0 | 30.9 | 940 | 1540 | 234 | 235 | 0.651 | 29.4 | 37.6 | 1305 | 2435 | 34.7 | 42.2 | 1590 | 2780 |
| 120 | 430 | 375 | 0.540 | 19.4 | 24.1 | 513 | 993 | 314 | 300 | 0.590 | 27.4 | 33.2 | 1108 | 1786 | 266 | 273 | 0.530 | 30.1 | 40.1 | 1537 | 2829 | 38.0 | 46.2 | 1916 | 3372 |
| 150 | 482 | 432 | 0.435 | 21.2 | 26.3 | 592 | 1182 | 359 | 346 | 0.494 | 30.3 | 37.7 | 1352 | 2464 | 300 | 316 | 0.447 | 36.8 | 45.4 | 1928 | 3296 | 43.0 | 51.2 | 2254 | 3778 |
| 185 | 545 | 500 | 0.381 | 23.8 | 28.5 | 768 | 1368 | 398 | 397 | 0.371 | 33.8 | 41.6 | 1632 | 2936 | 337 | 363 | 0.372 | 40.5 | 48.9 | 2298 | 3954 | 47.4 | 56.0 | 2764 | 4672 |
| 240 | 640 | 603 | 0.315 | 26.4 | 31.1 | 943 | 1593 | 458 | 470 | 0.328 | 37.5 | 45.8 | 2076 | 3586 | 388 | 430 | 0.303 | 45.8 | 54.8 | 2989 | 4779 | 53.5 | 62.1 | 3652 | 5672 |
| 280 | 690 | 658 | 0.285 | 27.1 | 31.8 | 1125 | 1775 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 300 | 725 | 697 | 0.271 | 28.9 | 35.2 | 1166 | 1966 | 520 | 543 | 0.293 | 41.8 | 50.2 | 2586 | 4232 | 440 | 497 | 0.248 | 50.2 | 59.0 | 3629 | 5598 | 58.6 | 67.8 | 4372 | 6664 |
| 380 | 820 | 810 | 0.228 | 30.7 | 37.9 | 1427 | 2647 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 400 | 835 | 829 | 0.224 | 32.7 | 39.3 | 1490 | 2740 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 480 | 922 | 936 | 0.197 | 34.3 | 41.1 | 1820 | 3120 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 500 | 950 | 963 | 0.191 | 36.0 | 42.8 | 1806 | 3206 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 600 | 1005 | 1015 | 0.174 | 37.6 | 44.4 | 2170 | 3620 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 630 | 1035 | 1050 | 0.160 | 41.7 | 49.5 | 2302 | 3804 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 740 | 1150 | 1175 | 0.138 | 41.2 | 49.4 | 2626 | 4276 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Condições:

- (1) As intensidades de corrente são indicadas para um cabo monopolar sem influências térmicas exteriores. No caso de associações de cabos monopolares (trevo juntivo) multiplicar os valores por 0,80;
- (2) As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização monofásica;
- (3) As intensidades e quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica;
- (4) As quedas de tensão são indicadas para uma canalização trifásica;
- (I) Cabo sem protecção mecânica;
- (II) Cabo com protecção mecânica;
- Tensões: 0,6/1 kV.

6.B: TABELAS DETALHADAS DE CABOS DE COBRE

- TABELA 6B1**

| H07V - R | Secção Cross section (mm²) | Diâmetro aprox Approx. outer diameter (mm) | Peso aprox Approx weight (kg/km) | Intensidade max. admissível Max. load capacity (A) |
|---|--|---|---|---|
| Características | 1 x 1,5 | 3,0 | 21 | 22 |
| Normas de fabrico NP 2356/3 (Cenelec HD 2 S2 parte3) | 1 x 2,5 | 3,6 | 33 | 30 |
| | 1 x 4 | 4,2 | 49 | 40 |
| Tensão nominal 450/750 V | 1 x 6 | 4,8 | 70 | 52 |
| | 1 x 10 | 6,1 | 115 | 71 |
| | 1 x 16 | 7,1 | 172 | 96 |
| Alma condutora Cobre, multifilar, segundo NP 2363, classe 2. | 1 x 25 | 8,9 | 270 | 127 |
| | 1 x 35 | 9,5 | 351 | 157 |
| Marcação <HAR> | 1 x 50 | 11,1 | 477 | 190 |
| | 1 x 70 | 12,8 | 674 | 242 |
| Utilização - No interior de edifícios, em instalações embebidas. | 1 x 95 | 14,9 | 933 | 293 |
| | 1 x 120 | 16,6 | 1168 | 339 |
| | 1 x 150 | 18,3 | 1437 | 390 |
| | 1 x 185 | 20,6 | 1809 | 444 |
| | 1 x 240 | 23,6 | 2373 | 522 |
| | 1 x 300 | 26,0 | 2970 | 645 |
| | 1 x 400 | 29,3 | 3800 | 793 |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 30 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Condutor Instalado ao Ar Livre.

• **TABELA 6B2**

| secção Cross section (mm ²) | Diâmetro aprox Approx. outer diameter (mm) | Peso aprox Approx weight (Kg/Km) | Intensidade max. admissível Max. load capacity (A) | H05VV - F |
|---|--|--|---|--|
| 2 x 0,75 | 6,4 | 54 | 13 | Características Normas de fabrico NP 2356/3 (Genelec HD 21 S2 parte5) Tensão nominal 300/500 V Alma condutora Cobre, flexível, segundo NP 2363, classe 5. Marcação <HAR> Utilização - Em locais domésticos. - Para aparelhos domésticos. - Para acções mecânicas médias. |
| 2 x 1 | 6,8 | 63 | 15 | |
| 2 x 1,5 | 7,6 | 83 | 19 | |
| 2 x 2,5 | 9,4 | 129 | 26 | |
| 2 x 4 | 10,6 | 177 | 35 | |
| 2 x 5 | | | | |
| 3G 0,75 | 6,8 | 65 | 13 | |
| 3G 1 | 7,2 | 77 | 15 | |
| 3G 1,5 | 8,3 | 105 | 19 | |
| 3G 2,5 | 10,2 | 163 | 26 | |
| 3G 4 | 11,5 | 226 | 35 | |
| 3G 6 | | | | |
| 4G 0,75 | 7,4 | 79 | 12 | |
| 4G 1 | 8,2 | 97 | 13 | |
| 4G 1,5 | 9,3 | 133 | 17 | |
| 4G 2,5 | 11,2 | 201 | 24 | |
| 4G 4 | 12,6 | 280 | 32 | |
| 4G 6 | | | | |
| 5G 0,75 | 8,3 | 100 | 12 | |
| 5G 1 | 8,8 | 119 | 13 | |
| 5G 1,5 | 10,3 | 167 | 17 | |
| 5G 2,5 | 12,4 | 252 | 24 | |
| 5G 4 | 14,2 | 356 | 32 | |
| 5GG | | | | |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 30 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Condutor Instalado ao Ar Livre.

• **TABELA 6B3**

| Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | | VV 0,6/1 kV |
|---|----------------------------|------|------|------------------------------|-------|-----|------------------------------|-------|-----|------------------------------|-------|-----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1,5 | 5,8 | 51 | 26 | 10,6 | 155 | 20 | 11,1 | 178 | 18 | 11,9 | 208 | 18 | Características Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) Tensão nominal 0,6/1 KV Condutor Unifilar - classe 1 até 6 mm ou multifilar - classe 2, segundo NP 2363 (CEI 228). Utilização - Transporte e distribuição de energia em edifícios e instalações industriais. |
| 2,5 | 6,2 | 63 | 35 | 11,4 | 189 | 27 | 11,9 | 220 | 25 | 12,8 | 261 | 25 | |
| 4 | 7,1 | 88 | 46 | 13,2 | 263 | 37 | 13,9 | 312 | 34 | 15,0 | 373 | 34 | |
| 6 | 7,6 | 110 | 58 | 14,2 | 324 | 48 | 15,0 | 391 | 43 | 16,2 | 473 | 43 | |
| 10 | 8,9 | 164 | 79 | 16,8 | 475 | 66 | 17,8 | 583 | 60 | 19,4 | 714 | 60 | |
| 16 | 10,0 | 229 | 105 | 19,0 | 651 | 89 | 20,2 | 812 | 80 | 21,4 | 940 | 80 | |
| 25 | 11,7 | 339 | 140 | 22,4 | 950 | 118 | 23,8 | 1199 | 106 | 25,1 | 1382 | 106 | |
| 35 | 12,3 | 423 | 174 | 18,3 | 879 | 145 | 21,4 | 1270 | 131 | 24,3 | 1504 | 131 | |
| 50 | 13,9 | 560 | 212 | 21,1 | 1173 | 176 | 24,9 | 1706 | 159 | 28,3 | 2056 | 159 | |
| 70 | 15,8 | 775 | 269 | 23,6 | 1598 | 224 | 28,1 | 2345 | 202 | 31,8 | 2794 | 202 | |
| 95 | 17,9 | 1050 | 331 | 27,0 | 2174 | 271 | 32,1 | 3197 | 244 | 36,6 | 3833 | 244 | |
| 120 | 19,8 | 1306 | 386 | 29,3 | 2674 | 314 | 34,9 | 3940 | 282 | 39,8 | 4771 | 282 | |
| 150 | 21,5 | 1589 | 442 | 32,5 | 3274 | 361 | 38,8 | 4828 | 324 | 44,2 | 5708 | 324 | |
| 185 | 24,0 | 1988 | 511 | 36,0 | 4075 | 412 | 42,9 | 6003 | 371 | 49,1 | 7200 | 371 | |
| 240 | 27,2 | 2590 | 612 | 40,5 | 5290 | 484 | 48,3 | 7796 | 436 | 55,2 | 9287 | 436 | |
| 300 | 29,8 | 3220 | 707 | 44,6 | 6563 | 551 | 53,5 | 9713 | 481 | 60,9 | 11500 | 481 | |
| 400 | 33,3 | 4095 | 859 | 65,6 | 10695 | 660 | 70,5 | 14208 | 560 | 72,7 | 15031 | 560 | |
| 500 | 37,0 | 5093 | 1000 | 73,0 | 13299 | 760 | 78,6 | 17713 | 620 | 81,4 | 18898 | 620 | |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 30 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Condutor Instalado ao Ar Livre;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

• **TABELA 6B4**

| PT - N05VV - R | Secção Cross section (mm²) | Diâmetro aprox Approx. outer diameter (mm) | Peso aprox Approx weight (kg/km) | Intensidade max. admissível Max. load capacity (A) |
|---|--|---|---|---|
| Características | 2 x 1,5 | 9,4 | 126 | 19 |
| Normas de fabrico NP 2356/4 (Cenelec HD 21 S2 parte 4) | 2 x 2,5 | 10,6 | 168 | 26 |
| | 2 x 4 | 11,8 | 220 | 35 |
| | 2 x 6 | 13,0 | 287 | 46 |
| Tensão nominal 300/500V | 2 x 10 | 17,0 | 484 | 63 |
| | 2 x 16 | 19,2 | 660 | 85 |
| | 2 x 25 | 22,6 | 960 | 112 |
| Condutor Cobre, multifilar, segundo NP 2363, classe 2. | 2 x 35 | 19,8 | 955 | 138 |
| | 3 x 1,5 | 9,4 | 148 | 17 |
| | 3 x 2,5 | 11,2 | 200 | 24 |
| Utilização - Para instalações domésticas correntes no interior de edifícios. | 3 x 4 | 12,5 | 266 | 32 |
| | 3 x 6 | 14,2 | 366 | 41 |
| | 3 x 10 | 18,0 | 592 | 57 |
| | 3 x 16 | 20,4 | 822 | 76 |
| | 3 x 25 | 24,4 | 1232 | 101 |
| | 3 x 35 | 22,9 | 1351 | 125 |
| | 4 x 1,5 | 10,7 | 175 | 17 |
| | 4 x 2,5 | 12,1 | 239 | 24 |
| | 4 x 4 | 14,0 | 335 | 32 |
| | 4 x 6 | 15,4 | 447 | 41 |
| | 4 x 10 | 19,6 | 723 | 57 |
| | 4 x 16 | 22,2 | 1014 | 76 |
| | 4 x 25 | 26,7 | 1530 | 101 |
| | 4 x 35 | 25,7 | 1760 | 125 |
| | 5 x 1,5 | 11,5 | 208 | 17 |
| | 5 x 2,5 | 13,1 | 288 | 24 |
| | 5 x 4 | 15,1 | 405 | 32 |
| | 5 x 6 | 16,8 | 544 | 41 |
| | 5 x 10 | 21,3 | 880 | 57 |
| | 5 x 16 | 24,6 | 1265 | 76 |
| | 5 x 25 | 29,2 | 1882 | 101 |
| | 5 x 35 | 30,8 | 2332 | 125 |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 30 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Condutor Instalado ao Ar Livre;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissível}$ (A).

• **TABELA 6B5**

| XV 0,6/1 kV | Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | |
|--|---|----------------------------|------|------|------------------------------|-------|------|------------------------------|-------|------|------------------------------|-------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | | Características | 1,5 | 5,6 | 46 | 32 | 10,2 | 141 | 26 | 10,6 | 159 | 24 | 11,4 |
| Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) | 2,5 | 6,0 | 57 | 43 | 11,0 | 173 | 35 | 11,5 | 200 | 32 | 12,3 | 238 | 32 |
| Tensão nominal 0,6/1 KV | 4 | 6,5 | 75 | 57 | 12,0 | 220 | 45 | 12,6 | 262 | 42 | 13,6 | 313 | 42 |
| Condutor Unifilar - classe 1 até 6 mm ou multifilar - classe 2, segundo NP 2363 (CEI 228). | 6 | 7,0 | 96 | 72 | 13,0 | 277 | 58 | 13,7 | 336 | 53 | 14,8 | 407 | 53 |
| Utilização - Transporte e distribuição de energia em edifícios e instalações industriais. | 10 | 8,3 | 146 | 99 | 15,6 | 419 | 80 | 16,5 | 515 | 73 | 17,9 | 631 | 73 |
| | 16 | 9,4 | 209 | 131 | 17,8 | 586 | 105 | 18,9 | 734 | 96 | 19,9 | 843 | 96 |
| | 25 | 11,1 | 312 | 177 | 21,2 | 867 | 143 | 22,5 | 1097 | 130 | 23,7 | 1264 | 130 |
| | 35 | 11,7 | 395 | 218 | 17,3 | 808 | 176 | 20,2 | 1168 | 160 | 22,9 | 1378 | 160 |
| | 50 | 13,1 | 520 | 266 | 19,7 | 1068 | 215 | 23,1 | 1550 | 195 | 26,3 | 1862 | 195 |
| | 70 | 15,0 | 727 | 338 | 22,3 | 1480 | 270 | 26,7 | 2181 | 247 | 30,2 | 2597 | 247 |
| | 95 | 16,9 | 986 | 416 | 25,3 | 2014 | 335 | 29,9 | 2951 | 305 | 34,1 | 3520 | 305 |
| | 120 | 18,8 | 1233 | 487 | 28,0 | 2518 | 390 | 33,1 | 3694 | 355 | 37,8 | 4465 | 355 |
| | 150 | 20,7 | 1513 | 559 | 31,2 | 3087 | 447 | 37,2 | 4549 | 407 | 42,2 | 5369 | 407 |
| | 185 | 23,2 | 1897 | 648 | 34,5 | 3836 | 514 | 41,1 | 5655 | 469 | 47,0 | 6778 | 469 |
| | 240 | 26,2 | 2471 | 779 | 38,6 | 4976 | 610 | 46,1 | 7348 | 551 | 52,7 | 8746 | 551 |
| | 300 | 28,4 | 3058 | 902 | 42,6 | 6195 | 709 | 50,9 | 9153 | 638 | 58,1 | 10886 | 638 |
| | 400 | 32,1 | 3920 | 1100 | 63,0 | 10134 | 830 | 67,2 | 13501 | 746 | 69,8 | 14328 | 746 |
| | 500 | 35,8 | 4888 | 1246 | 70,4 | 12654 | 960 | 75,2 | 16873 | 810 | 78,5 | 18060 | 810 |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 30 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 90 °C;
- Caso de Um Único Condutor Instalado ao Ar Livre;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – I_{MaxAdmissível} (A).

• **TABELA 6B6**

| Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | | VAV 0,6/1 kV |
|---|----------------------------|------|------|------------------------------|-------|-----|------------------------------|-------|-----|------------------------------|-------|-----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 1,5 | 10,3 | 161 | 40 | 13,3 | 269 | 32 | 13,8 | 297 | 26 | 14,6 | 336 | 26 | Características Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) Tensão nominal 0,6/1 KV Condutor Unifilar - classe 1 até 6 mm ou multifilar - classe 2, segundo NP 2363 (CEI 228). Utilização - Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada. |
| 2,5 | 10,7 | 179 | 54 | 14,1 | 311 | 42 | 14,6 | 348 | 34 | 15,5 | 398 | 34 | |
| 4 | 11,6 | 217 | 70 | 15,9 | 404 | 54 | 16,6 | 461 | 44 | 17,7 | 584 | 44 | |
| 6 | 12,1 | 247 | 90 | 16,9 | 476 | 68 | 17,7 | 552 | 58 | 18,9 | 647 | 56 | |
| 10 | 13,4 | 320 | 122 | 19,5 | 655 | 84 | 20,5 | 774 | 75 | 22,1 | 922 | 75 | |
| 16 | 14,5 | 402 | 160 | 21,7 | 854 | 107 | 22,9 | 1029 | 98 | 24,1 | 1169 | 98 | |
| 25 | 16,2 | 537 | 206 | 25,1 | 1190 | 137 | 26,5 | 1454 | 128 | 27,8 | 1650 | 128 | |
| 35 | 16,8 | 630 | 249 | 22,0 | 1130 | 165 | 25,2 | 1562 | 157 | 28,0 | 1834 | 157 | |
| 50 | 18,4 | 791 | 296 | 25,0 | 1473 | 195 | 28,8 | 2057 | 185 | 32,2 | 2453 | 185 | |
| 70 | 20,1 | 1025 | 365 | 27,5 | 1921 | 239 | 31,8 | 2723 | 228 | 35,7 | 3237 | 228 | |
| 95 | 22,2 | 1330 | 438 | 32,1 | 2861 | 287 | 37,2 | 4007 | 275 | 41,7 | 4751 | 275 | |
| 120 | 23,9 | 1601 | 499 | 34,4 | 3415 | 326 | 40,2 | 4838 | 313 | 45,1 | 5789 | 313 | |
| 150 | 25,6 | 1908 | 561 | 28,0 | 4130 | 366 | 44,5 | 5866 | 353 | 49,7 | 6861 | 353 | |
| 185 | 27,9 | 2328 | 637 | 41,5 | 5019 | 414 | 48,4 | 7120 | 399 | 54,8 | 8501 | 399 | |
| 240 | 31,2 | 2973 | 743 | 46,2 | 6368 | 481 | 54,0 | 9074 | 464 | 61,1 | 10774 | 464 | |
| 300 | 33,7 | 3637 | 843 | 50,7 | 7795 | 542 | 59,4 | 11152 | 524 | 67,2 | 13201 | 524 | |
| 400 | 38,4 | 4937 | 986 | 70,7 | 12307 | 624 | 76,0 | 16013 | 600 | 79,2 | 17086 | 600 | |
| 500 | 42,1 | 6024 | 1125 | 78,5 | 15166 | 698 | 85,8 | 20643 | 670 | 89,8 | 22270 | 670 | |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura do Solo: 20 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Cabo Enterrado;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

• **TABELA 6B7**

| XAV 0,6/1 kV | Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | |
|---|---|----------------------------|------|------|------------------------------|-------|-----|------------------------------|-------|-----|------------------------------|-------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Características | 1,5 | 10,1 | 153 | 48 | 12,9 | 250 | 32 | 13,3 | 273 | 30 | 14,1 | 308 | 30 |
| Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) | 2,5 | 10,5 | 170 | 63 | 13,7 | 291 | 43 | 14,2 | 323 | 40 | 15,0 | 367 | 40 |
| Tensão nominal 0,6/1 KV | 4 | 11,0 | 195 | 82 | 14,7 | 349 | 55 | 15,3 | 397 | 52 | 16,3 | 459 | 52 |
| Condutor Unifilar - classe 1 até 6 mm ² ou multifilar - classe 2, segundo NP 2363 (CEI 228). | 6 | 21,5 | 224 | 103 | 15,7 | 417 | 68 | 16,4 | 483 | 64 | 17,5 | 565 | 64 |
| Utilização - Transporte e distribuição de energia próprios para instalação enterrada. | 10 | 12,8 | 294 | 137 | 18,3 | 586 | 90 | 19,2 | 692 | 86 | 20,6 | 822 | 86 |
| | 16 | 13,9 | 373 | 177 | 20,5 | 776 | 115 | 21,6 | 936 | 111 | 22,6 | 1056 | 111 |
| | 25 | 15,6 | 501 | 229 | 23,9 | 1094 | 149 | 25,2 | 1338 | 143 | 26,4 | 1518 | 143 |
| | 35 | 16,2 | 593 | 275 | 21,0 | 1046 | 178 | 21,0 | 1046 | 173 | 26,5 | 1688 | 173 |
| | 50 | 17,6 | 739 | 327 | 23,4 | 1338 | 211 | 27,0 | 1877 | 205 | 30,2 | 2233 | 205 |
| | 70 | 19 | 975 | 402 | 26,2 | 1796 | 259 | 30,6 | 2555 | 252 | 34,1 | 3019 | 252 |
| | 95 | 21,2 | 1252 | 482 | 29,0 | 2355 | 310 | 35,2 | 3726 | 303 | 39,2 | 4379 | 303 |
| | 120 | 23,1 | 1525 | 5605 | 33,1 | 3227 | 352 | 38,4 | 4546 | 346 | 43,1 | 5435 | 346 |
| | 150 | 24,8 | 1821 | 618 | 36,5 | 3892 | 396 | 42,5 | 5503 | 390 | 47,7 | 6470 | 390 |
| | 185 | 27,1 | 2226 | 701 | 40,0 | 4741 | 449 | 46,8 | 6750 | 441 | 52,5 | 8000 | 441 |
| | 240 | 29,9 | 2826 | 819 | 44,1 | 5983 | 521 | 52,0 | 8595 | 511 | 58,4 | 10139 | 511 |
| | 300 | 32,3 | 3457 | 931 | 48,3 | 7325 | 587 | 56,8 | 10525 | 580 | 64,0 | 12447 | 580 |
| | 400 | 35,8 | 4350 | 1073 | 68,3 | 11718 | 669 | 73,0 | 15209 | 563 | 79,2 | 17141 | 663 |
| | 500 | 40,9 | 5789 | 1223 | 75,9 | 14456 | 748 | 81,4 | 18846 | 740 | 89,8 | 22214 | 740 |

Condições:

- Regime Permanente;
- Regime Permanente;
- Temperatura do Solo: 20 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 90 °C;
- Caso de Um Único Cabo Enterrado;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

6.C: TABELAS DETALHADAS DE CABOS DE ALUMÍNIO

• **TABELA 6C1**

| Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | | LVV 0,6/1 kV |
|---|----------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 16 | 9,8 | 112 | 95 | 18,0 | 415 | 65 | 19,1 | 475 | 60 | 20,8 | 560 | 60 | <p>Características</p> <p>Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502)</p> <p>Tensão nominal 0,6/1 KV</p> <p>Condutor Alumínio, multifilar da classe 2 segundo NP 2363 (CEI 228).</p> <p>Utilização - Transporte e distribuição de energia, em edifícios e instalações industriais.</p> |
| 25 | 11,2 | 173 | 128 | 21,4 | 591 | 91 | 22,7 | 679 | 83 | 23,9 | 757 | 83 | |
| 35 | 12,4 | 213 | 148 | 23,8 | 734 | 113 | 25,3 | 847 | 102 | 26,2 | 922 | 102 | |
| 50 | 14,0 | 273 | 176 | 21,1 | 588 | 138 | 24,9 | 825 | 124 | 28,3 | 1019 | 124 | |
| 70 | 16,0 | 359 | 224 | 23,6 | 753 | 174 | 28,1 | 1077 | 158 | 31,8 | 1315 | 158 | |
| 95 | 18,2 | 470 | 271 | 27,0 | 996 | 210 | 32,1 | 1431 | 190 | 36,6 | 1755 | 190 | |
| 120 | 19,8 | 565 | 314 | 29,3 | 1185 | 274 | 34,9 | 1706 | 220 | 39,8 | 2117 | 220 | |
| 150 | 21,7 | 680 | 361 | 32,5 | 1451 | 281 | 38,8 | 2093 | 252 | 44,2 | 2554 | 252 | |
| 185 | 24,1 | 839 | 412 | 36,0 | 1794 | 320 | 42,9 | 2581 | 289 | 49,1 | 3186 | 289 | |
| 240 | 27,1 | 1027 | 484 | 40,5 | 2300 | 378 | 48,3 | 3310 | 339 | 55,2 | 4058 | 339 | |
| 300 | 30,0 | 1314 | 548 | 44,6 | 2800 | 430 | 53,5 | 4069 | 377 | 60,9 | 4941 | 377 | |
| 400 | 33,4 | 1639 | 666 | 65,8 | 5774 | 521 | 70,0 | 6778 | 444 | 73,0 | 6551 | 444 | |
| 500 | 36,9 | 2017 | 778 | 72,6 | 7100 | 605 | 77,7 | 8396 | 518 | 81,2 | 8149 | 518 | |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura do Solo: 20 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Cabo Enterrado;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissível}$ (A).

• **TABELA 6C2**

| Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | | LSVV 0,6/1 kV |
|---|----------------------------|-----|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 16 | 9,3 | 120 | 95 | 17,6 | 403 | 65 | 18,6 | 462 | 60 | 20,3 | 547 | 60 | Características Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) Tensão nominal 0,6/1 KV Condutor Alumínio, maciço, circular ou sectorial da classe 1 segundo NP 2363 (CEI 228). Utilização |
| 25 | 10,8 | 167 | 128 | 20,6 | 560 | 91 | 21,9 | 649 | 83 | 24,0 | 774 | 83 | |
| 35 | 11,9 | 206 | 145 | 17,4 | 432 | 113 | 20,3 | 601 | 102 | 22,9 | 775 | 102 | |
| 50 | 13,6 | 267 | 176 | 19,9 | 559 | 138 | 23,4 | 790 | 124 | 26,8 | 1038 | 124 | |
| 70 | 15,3 | 350 | 224 | 22,2 | 723 | 174 | 26,4 | 1037 | 158 | 30,1 | 1361 | 158 | |
| 95 | 17,2 | 455 | 271 | 25,4 | 960 | 210 | 30,2 | 1384 | 190 | 34,4 | 1812 | 190 | |
| 120 | 18,8 | 551 | 314 | 27,6 | 1152 | 274 | 32,8 | 1658 | 220 | 37,4 | 2175 | 220 | |
| 150 | 20,6 | 663 | 361 | 30,5 | 1404 | 281 | 36,3 | 2022 | 252 | 41,7 | 2680 | 252 | |
| 185 | 22,8 | 821 | 412 | 33,8 | 1741 | 320 | 40,2 | 2507 | 289 | 46,2 | 3322 | 289 | |
| 240 | --- | --- | --- | 37,9 | 2224 | 378 | 45,2 | 3215 | 339 | 51,9 | 4255 | 339 | |

Utilização

Transporte e distribuição de energia em Edifícios e instalações industriais.

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 30 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Cabo Instalado ao Ar Livre;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

• **TABELA 6C3**

| LXV 0,6/1 kV | Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | |
|--|---|----------------------------|------|-----|------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | | Características | 16 | 8,9 | 103 | 106 | 16,6 | 354 | 82 | 17,8 | 401 | 77 | 19,4 |
| Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) | 25 | 10,6 | 147 | 137 | 20,2 | 812 | 108 | 21,4 | 583 | 100 | 23,5 | 690 | 100 |
| Tensão nominal 0,6/1 KV | 35 | 11,8 | 185 | 168 | 22,8 | 645 | 131 | 24 | 738 | 122 | 24,8 | 799 | 122 |
| Condutor Alumínio, multifilar da classe 2, segundo NP 2363 (CEI 228). | 50 | 13,2 | 233 | 206 | 19,7 | 431 | 161 | 23,2 | 669 | 147 | 26,3 | 829 | 147 |
| Utilização - Transporte e distribuição de energia em edifícios e instalações industriais. | 70 | 15,2 | 310 | 262 | 22,3 | 634 | 205 | 26,7 | 913 | 189 | 30,2 | 1117 | 189 |
| | 95 | 17,2 | 406 | 323 | 25,3 | 836 | 253 | 29,9 | 1184 | 232 | 34,1 | 1460 | 232 |
| | 120 | 18,8 | 492 | 377 | 28,0 | 1029 | 296 | 33,1 | 1459 | 270 | 37,8 | 1810 | 270 |
| | 150 | 20,9 | 604 | 433 | 31,2 | 1264 | 341 | 37,2 | 1815 | 308 | 42,2 | 2221 | 308 |
| | 185 | 23,3 | 748 | 502 | 34,5 | 1551 | 395 | 41,1 | 2233 | 357 | 47,0 | 2754 | 357 |
| | 240 | 26,1 | 953 | 606 | 38,6 | 1985 | 475 | 46,1 | 2861 | 435 | 52,7 | 3515 | 435 |
| | 300 | 28,6 | 1151 | 699 | 42,6 | 2433 | 548 | 50,9 | 3509 | 501 | 58,1 | 4309 | 501 |
| | 400 | 32,2 | 1463 | 830 | 48,2 | 3111 | 674 | 57,4 | 4506 | 592 | 65,1 | 5624 | 592 |
| | 500 | 35,7 | 1812 | 966 | 52,2 | 3955 | 749 | 63,9 | 5785 | 690 | 72,3 | 7265 | 690 |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 20 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 90 °C;
- Caso de Um Único Cabo Enterrado;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

• **TABELA 6C4**

| LSXV 0,6/1 kV | Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | |
|--|---|----------------------------|-----|-----|------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|------------------------------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| | | Características | 16 | 8,7 | 102 | 106 | 16,4 | 343 | 82 | 17,3 | 390 | 77 | 18,9 |
| Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) | 25 | 10,2 | 143 | 137 | 19,4 | 485 | 108 | 20,6 | 557 | 100 | 22,5 | 660 | 100 |
| Tensão nominal 0,6/1 KV | 35 | 11,3 | 179 | 168 | 16,3 | 362 | 131 | 19,1 | 505 | 122 | 21,5 | 645 | 122 |
| Condutor Alumínio, maciço, circular ou sectorial da classe 1, segundo NP 2363 (CEI 228). | 50 | 12,8 | 228 | 206 | 18,5 | 461 | 161 | 21,8 | 650 | 147 | 24,9 | 848 | 147 |
| Utilização - Transporte e distribuição de energia em edifícios e instalações industriais. | 70 | 14,4 | 302 | 262 | 21,0 | 617 | 205 | 25,0 | 885 | 189 | 28,5 | 1155 | 189 |
| | 95 | 16,2 | 395 | 323 | 23,6 | 809 | 253 | 28,0 | 1152 | 232 | 31,9 | 1507 | 232 |
| | 120 | 17,8 | 482 | 377 | 26,2 | 1000 | 296 | 31,0 | 1428 | 270 | 35,6 | 1887 | 270 |
| | 150 | 19,8 | 592 | 433 | 29,2 | 1227 | 341 | 34,7 | 1765 | 308 | 39,7 | 2316 | 308 |
| | 185 | 22,0 | 735 | 502 | 32,2 | 1513 | 395 | 38,4 | 2184 | 357 | 44,1 | 2885 | 357 |
| | 240 | --- | --- | --- | 36,0 | 1934 | 475 | 43,0 | 2798 | 435 | 51,0 | 3840 | 435 |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 30 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 90 °C;
- Caso de Um Único Cabo Instalado ao Ar Livre;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

• **TABELA 6C5**

| Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | | LVAV 0,6/1 kV |
|---|----------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|-------|-----|------------------------------|-------|-----|--|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 16 | 14,0 | 288 | 100 | 20,7 | 608 | 75 | 21,8 | 679 | 69 | 23,5 | 783 | 69 | Características Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) Tensão nominal 0,6/1 KV Condutor Alumínio, multifilar da classe 2 segundo NP 2363 (CEI 228). Utilização - Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada. |
| 25 | 15,7 | 363 | 148 | 24,1 | 820 | 104 | 25,4 | 923 | 99 | 26,6 | 1014 | 99 | |
| 35 | 16,9 | 422 | 192 | 26,5 | 969 | 127 | 26,0 | 1118 | 118 | 28,9 | 1203 | 118 | |
| 50 | 18,5 | 506 | 229 | 25,0 | 886 | 151 | 28,8 | 1176 | 142 | 32,2 | 1416 | 142 | |
| 70 | 20,3 | 612 | 282 | 27,5 | 1086 | 186 | 31,8 | 1455 | 176 | 35,7 | 1758 | 176 | |
| 95 | 22,5 | 754 | 339 | 32,1 | 1683 | 223 | 37,2 | 2240 | 211 | 41,7 | 2674 | 211 | |
| 120 | 23,9 | 860 | 388 | 34,4 | 1926 | 254 | 40,2 | 2604 | 242 | 45,1 | 3135 | 242 | |
| 150 | 25,8 | 1001 | 435 | 38,0 | 2307 | 285 | 44,5 | 3131 | 270 | 49,7 | 3706 | 270 | |
| 185 | 28,01 | 180 | 494 | 41,5 | 2737 | 323 | 48,4 | 3698 | 308 | 54,8 | 4487 | 308 | |
| 240 | 31,0 | 1453 | 578 | 46,2 | 3377 | 378 | 54,0 | 4588 | 363 | 61,1 | 5543 | 363 | |
| 300 | 33,9 | 1734 | 654 | 50,7 | 4032 | 427 | 59,4 | 5508 | 412 | 67,2 | 6642 | 412 | |
| 400 | 38,5 | 2484 | 765 | 70,9 | 7391 | 496 | 76,2 | 8625 | 475 | 79,2 | 9409 | 475 | |
| 500 | 42,0 | 2945 | 873 | 78,3 | 8960 | 562 | 85,6 | 11347 | 540 | 89,3 | 12436 | 540 | |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura do Solo: 20 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 70 °C;
- Caso de Um Único Cabo Enterrado;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

• **TABELA 6C6**

| Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | | LSVAV 0,6/1 kV |
|---|----------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
| 16 | 13,8 | 283 | 100 | 20,3 | 692 | 75 | 21,3 | 661 | 69 | 23,0 | 766 | 69 | Características Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) Tensão nominal 0,6/1 KV Condutor Alumínio, maciço, circular ou sectorial da classe 1 segundo NP 2363 (CEI 228). Utilização - Transporte e distribuição de energia, próprios para instalação enterrada. |
| 25 | 15,3 | 352 | 148 | 23,3 | 781 | 104 | 24,6 | 884 | 99 | 26,7 | 1031 | 99 | |
| 35 | 16,4 | 407 | 192 | 21,1 | 871 | 127 | 24,0 | 879 | 118 | 26,8 | 1100 | 118 | |
| 50 | 18,1 | 494 | 229 | 23,8 | 843 | 151 | 27,3 | 1120 | 142 | 30,7 | 1415 | 142 | |
| 70 | 19,6 | 593 | 282 | 26,1 | 1037 | 186 | 30,1 | 1392 | 176 | 35,2 | 2122 | 176 | |
| 95 | 21,5 | 725 | 339 | 30,5 | 1608 | 223 | 35,3 | 2147 | 211 | 39,9 | 2716 | 211 | |
| 120 | 22,9 | 832 | 388 | 32,7 | 1851 | 254 | 38,1 | 2504 | 242 | 43,1 | 3175 | 242 | |
| 150 | 14,7 | 970 | 435 | 36,0 | 2208 | 285 | 42,0 | 2995 | 270 | 47,2 | 3766 | 270 | |
| 185 | 26,7 | 1144 | 494 | 39,3 | 2627 | 323 | 45,7 | 3555 | 308 | 51,9 | 4545 | 308 | |
| 240 | - | - | - | 43,6 | 3233 | 378 | 50,9 | 4413 | 363 | 58,0 | 5682 | 363 | |

Condições: Idênticas às da Tabela 6C5.

TABELA 6C7

| LXAV 0,6/1 kV | Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | |
|---|---|----------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|-------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Características | 16 | 13,4 | 260 | 120 | 19,5 | 534 | 85 | 20,5 | 592 | 80 | 22,1 | 679 | 80 |
| Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) | 25 | 15,1 | 329 | 177 | 22,9 | 729 | 116 | 24,1 | 812 | 111 | 25,2 | 887 | 111 |
| | 35 | 16,3 | 384 | 212 | 25,3 | 887 | 137 | 26,7 | 995 | 132 | 27,5 | 1065 | 132 |
| Tensão nominal 0,6/1 KV | 50 | 17,7 | 453 | 253 | 23,4 | 751 | 163 | 27,0 | 996 | 157 | 30,2 | 1199 | 157 |
| | 70 | 19,7 | 561 | 311 | 26,2 | 950 | 201 | 30,6 | 1288 | 195 | 34,1 | 1540 | 195 |
| | 95 | 21,5 | 675 | 274 | 29,0 | 1117 | 240 | 35,2 | 1959 | 233 | 39,3 | 2319 | 233 |
| Condutor Alumínio, multifilar da classe 2, segundo NP 2363 (CEI 228). | 120 | 23,1 | 784 | 427 | 33,1 | 1738 | 274 | 38,4 | 2312 | 266 | 43,1 | 2781 | 266 |
| | 150 | 25,0 | 914 | 479 | 36,5 | 2069 | 308 | 42,5 | 2768 | 299 | 47,7 | 3322 | 299 |
| Utilização - Transporte e distribuição de energia para instalação enterrada. | 185 | 27,2 | 1078 | 543 | 40,0 | 2459 | 350 | 46,8 | 3328 | 340 | 52,5 | 3976 | 340 |
| | 240 | 29,8 | 1306 | 637 | 44,1 | 2992 | 408 | 52,0 | 4109 | 401 | 58,4 | 4908 | 401 |
| | 300 | 32,5 | 1552 | 721 | 48,3 | 3562 | 462 | 56,8 | 4881 | 455 | 64,0 | 5869 | 455 |
| | 400 | 35,9 | 1895 | 832 | 68,5 | 6800 | 531 | 73,2 | 7819 | 526 | 76,3 | 8552 | 526 |
| | 500 | 40,8 | 2711 | 949 | 75,7 | 8253 | 601 | 81,1 | 9551 | 592 | 84,5 | 20442 | 592 |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura do Solo: 20 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 90 °C;
- Caso de Um Único Cabo Enterrado;
- Legenda: **1** – Diâmetro Exterior (mm); **2** – Peso (kg/km); **3** – $I_{MaxAdmissivel}$ (A).

• **TABELA 6C8**

| LSXAV 0,6/1 kV | Secção Cross section (mm ²) | 1 condutor 1 core cable | | | 2 condutores 2 core cable | | | 3 condutores 3 core cable | | | 4 condutores 4 core cable | | |
|--|---|----------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|------------------------------|------|-----|
| | | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Características | 16 | 13,2 | 255 | 120 | 19,1 | 519 | 85 | 20,0 | 576 | 80 | 21,6 | 662 | 80 |
| Normas de fabrico NP 2365 (CEI 502) | 25 | 14,7 | 319 | 177 | 22,1 | 693 | 116 | 23,3 | 778 | 111 | 25,2 | 901 | 111 |
| | 35 | 15,8 | 371 | 212 | 20,0 | 587 | 137 | 22,8 | 766 | 132 | 25,2 | 938 | 132 |
| Tensão nominal 0,6/1 KV | 50 | 17,3 | 442 | 253 | 22,2 | 715 | 163 | 25,7 | 959 | 157 | 28,8 | 1198 | 157 |
| | 70 | 18,9 | 540 | 311 | 24,9 | 915 | 201 | 28,9 | 1236 | 195 | 33,6 | 1879 | 195 |
| | 95 | 20,5 | 650 | 374 | 27,3 | 1127 | 240 | 33,3 | 1879 | 233 | 37,2 | 2329 | 233 |
| Condutor Alumínio, maciço, circular ou sectorial da classe 1, segundo NP 2363 (CEI 228). | 120 | 22,1 | 760 | 427 | 31,3 | 1665 | 274 | 36,3 | 2228 | 266 | 40,9 | 2800 | 266 |
| | 150 | 23,9 | 886 | 479 | 34,5 | 1982 | 308 | 40,0 | 2656 | 299 | 45,4 | 3375 | 299 |
| Utilização - Transporte e distribuição de energia para instalação enterrada. | 185 | 25,9 | 1048 | 543 | 37,7 | 2356 | 350 | 44,1 | 3208 | 340 | 49,8 | 4056 | 340 |
| | 240 | - | - | - | 41,5 | 2874 | 408 | 48,9 | 3963 | 401 | 55,5 | 5055 | 401 |

Condições: Idênticas às da Tabela 6C7.

6.D: TABELAS DE CABOS EM TORÇADA

• TABELA 6D1

| LXS 0,6/1 kV | Nº de cond. * secção Number of cores * cross section (mm²) | Peso aprox Approx weight (kg/km) | Intensidade max. admissível (A) Max. load capacity (A) |
|---|--|---|---|
| <p>Características</p> <p>Normas de fabrico NP 3528</p> <p>Tensão nominal 0,6/1 KV</p> <p>Condutor Alumínio duro ou 3/4 duro, multifilar da classe 2, segundo NP 2363 (CEI 228).</p> <p>Nota As torçadas em alumínio produzidas pela Cabelte podem incluir, ou não, um neutro-tensor em almelec, com a secção constante de 54,6 mm². No caso deste existir, todos os outros condutores isolados são cableados à sua volta.</p> <p>Utilização - Cabos próprios para electrificação rural, utilizados no transporte e distribuição de energia em baixa tensão.</p> | 2 x 16 | 135 | 80 |
| | 3 x 16 | 203 | 75 |
| | 4 x 16 | 271 | 75 |
| | 5 x 16 | 339 | 75 |
| | 6 x 16 | 407 | 75 |
| | 4 x 25 | 337 | 100 |
| | 4 x 25+16 | 445 | 100 |
| | 4 x 25+2x16 | 512 | 100 |
| | 3 x 25+54,6 | 496 | 100 |
| | 3 x 25+54,6+16 | 564 | 100 |
| | 3 x 25+54,6+2x16 | 632 | 100 |
| | 4 x 35 | 572 | 120 |
| | 4 x 35+16 | 640 | 120 |
| | 4 x 35+2x16 | 708 | 120 |
| | 3 x 35+54,6 | 643 | 120 |
| | 3 x 35+54,6+16 | 710 | 120 |
| | 3 x 35+54,6+2x16 | 778 | 120 |
| | 4 x 50 | 737 | 150 |
| | 4 x 50+16 | 805 | 150 |
| | 4 x 50+25 | 831 | 150 |
| | 4 x 50+2x16 | 872 | 150 |
| | 4 x 50+2x25 | 925 | 150 |
| | 3 x 50+54,6 | 776 | 150 |
| | 3 x 50+54,6+16 | 834 | 150 |
| | 3 x 50+54,6+2x25 | 860 | 150 |
| | 3 x 50+54,6+2x16 | 902 | 150 |
| | 3 x 50+54,6+2x25 | 955 | 150 |
| | 4 x 70 | 1063 | 190 |
| | 4 x 70+16 | 1131 | 190 |
| | 4 x 70+25 | 1157 | 190 |
| | 4 x 70+2x16 | 1198 | 190 |
| | 4 x 70+2x25 | 1252 | 190 |
| | 3 x 70+54,6 | 1010 | 190 |
| 3 x 70+54,6+16 | 1079 | 190 | |
| 3 x 70+54,6+25 | 1104 | 190 | |
| 3 x 70+54,6+2x16 | 1146 | 190 | |
| 3 x 70+54,6+2x25 | 1198 | 190 | |
| 4 x 95 | 1332 | 230 | |
| 4 x 95+16 | 1400 | 230 | |
| 4 x 95+25 | 1426 | 230 | |
| 4 x 95+2x16 | 1468 | 230 | |
| 4 x 95+2x25 | 1520 | 230 | |
| 3 x 95+54,6 | 1212 | 230 | |
| 3 x 95+54,6+16 | 1280 | 230 | |
| 3 x 95+54,6+2x25 | 1306 | 230 | |
| 3 x 95+54,6+2x16 | 1348 | 230 | |
| 3 x 95+54,6+2x25 | 1400 | 230 | |

Condições:

- Regime Permanente;
- Temperatura Ambiente: 40 °C;
- Temperatura Máxima junto do Condutor: 90 °C;
- Caso de Um Único Cabo Instalado ao Ar Livre.

6.E: TABELAS DE CABOS PARA MÉDIA TENSÃO (MT) E ALTA TENSÃO (AT)

• **TABELA 6E1: Cabos Monopolares LXHIV, LXHIOV, XHIV, XHIOV (Média Tensão e Alta Tensão)**

| Secção nominal mm ² | Instalação subterrânea (1) | | Instalação ao ar (2) | |
|--------------------------------|----------------------------|------|----------------------|------|
| | Al | Cu | Al | Cu |
| 35 | 150 | 190 | 160 | 200 |
| 50 | 180 | 230 | 190 | 240 |
| 70 | 220 | 270 | 230 | 300 |
| 95 | 260 | 330 | 290 | 360 |
| 120 | 300 | 380 | 340 | 430 |
| 150 | 330 | 430 | 390 | 490 |
| 185 | 380 | 480 | 440 | 570 |
| 240 | 440 | 560 | 520 | 670 |
| 300 | 490 | 630 | 600 | 760 |
| 400 | 570 | 720 | 690 | 890 |
| 500 | 650 | 820 | 810 | 1020 |
| 630 | 750 | 930 | 950 | 1180 |
| 800 | 840 | 1030 | 1090 | 1340 |
| 1000 | 950 | 1150 | 1250 | 1510 |

Condições:

- Temperatura Máxima do Solo: 20 °C;
- Temperatura Máxima ao Ar Livre: 30 °C;
- Intensidades Indicadas para Canalizações Trifásicas (3 Cabos em Trevo Juntivo, no caso de Cabos Monopolares);
- Profundidade de Enterramento: 0,70 m para cabos de MT e 1,20 m para cabos de AT;
- Resistência Térmica do Solo: 100 °C.cm/W.

• **TABELA 6E2: Cabos Tripolares LXHIAV, LXHIOAV, XHIAV, XHIOAV**
(Média Tensão: 6/10 kV ; 8,7/15 kV ; 12/20 kV)

| Secção nominal mm ² | INTENSIDADE NOMINAL (A) * | | | | Queda de tensão em V/km. A (cos φ = 0,8) | |
|-----------------------------------|----------------------------|-------------|----------------------|-------------|--|-------------|
| | Instalação subterrânea (1) | | Instalação ao ar (2) | | | |
| | Alumínio Al | Cobre Cu | Alumínio Al | Cobre Cu | Alumínio Al | Cobre Cu |
| 25 | | 165 | | 160 | | 1,5 |
| 35 | | 200 | | 195 | | 1,1 |
| 50 | 180 | 235 | 175 | 230 | 1,3 | 0,83 |
| 70 | 225 | 285 | 220 | 280 | 0,92 | 0,61 |
| 95 | 270 | 345 | 265 | 345 | 0,69 | 0,47 |
| 120 | 305 | 390 | 305 | 395 | 0,57 | 0,39 |
| 150 | 340 | 435 | 345 | 450 | 0,48 | 0,34 |
| 185 | 385 | 490 | 395 | 510 | 0,40 | 0,29 |
| 240 | 445 | 570 | 470 | 600 | 0,33 | 0,24 |

Condições:

- Temperatura Máxima do Solo: 20 °C;
- Temperatura Máxima ao Ar Livre: 30 °C;
- Intensidades Indicadas para Canalizações Trifásicas (3 Cabos em Trevo Juntivo, no caso de Cabos Monopolares);
- Profundidade de Enterramento: 0,70 m para cabos de MT e 1,20 m para cabos de AT;
- Resistência Térmica do Solo: 100 °C.cm/W.

ANEXO 7: TABELAS DE FACTORES DE CORRECÇÃO

• **TABELA 7A: Factores de Correção para Temperatura do Ar Ambiente**

| Temperatura do ar ambiente: $\theta_{ambiente}, ^\circ C$ | Temperatura admissível na alma condutora em regime permanente: $\theta_p, ^\circ C$ | | | | | | | | |
|---|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 |
| 0 | 1,36 | 1,32 | 1,29 | 1,27 | 1,24 | 1,23 | 1,21 | 1,20 | 1,18 |
| 5 | 1,31 | 1,28 | 1,25 | 1,23 | 1,21 | 1,19 | 1,18 | 1,17 | 1,16 |
| 10 | 1,25 | 1,23 | 1,20 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,13 |
| 15 | 1,20 | 1,17 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,10 |
| 20 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,07 |
| 25 | 1,07 | 1,06 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 |
| 30 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 35 | 0,93 | 0,94 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 |
| 40 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,90 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,93 |
| 45 | 0,76 | 0,79 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,89 |
| 50 | 0,66 | 0,71 | 0,75 | 0,78 | 0,80 | 0,82 | 0,83 | 0,85 | 0,86 |
| 55 | 0,54 | 0,61 | 0,67 | 0,71 | 0,74 | 0,76 | 0,78 | 0,80 | 0,82 |
| 60 | 0,38 | 0,50 | 0,58 | 0,63 | 0,67 | 0,71 | 0,73 | 0,76 | 0,78 |
| 65 | | 0,35 | 0,47 | 0,55 | 0,60 | 0,65 | 0,68 | 0,71 | 0,73 |
| 70 | | | 0,33 | 0,45 | 0,52 | 0,58 | 0,62 | 0,66 | 0,68 |
| 75 | | | | 0,32 | 0,43 | 0,50 | 0,56 | 0,60 | 0,63 |
| 80 | | | | | 0,30 | 0,41 | 0,48 | 0,54 | 0,58 |
| 85 | | | | | | 0,29 | 0,40 | 0,46 | 0,52 |
| 90 | | | | | | | 0,28 | 0,38 | 0,45 |
| 95 | | | | | | | | 0,27 | 0,37 |
| 100 | | | | | | | | | 0,26 |

• **TABELA 7B: Factores de Correção para Temperatura do Solo**

| Temperatura do solo | Temperatura admissível na alma condutora em regime permanente θ_p , °C | | | | | | | | |
|---------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 |
| 0 | 1,20 | 1,18 | 1,17 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,13 | 1,12 | 1,11 |
| 5 | 1,16 | 1,14 | 1,13 | 1,12 | 1,11 | 1,10 | 1,10 | 1,09 | 1,09 |
| 10 | 1,11 | 1,10 | 1,09 | 1,08 | 1,07 | 1,07 | 1,07 | 1,06 | 1,06 |
| 15 | 1,05 | 1,05 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,04 | 1,03 | 1,03 | 1,03 |
| 20 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | 0,94 | 0,95 | 0,95 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 0,97 | 0,97 |
| 30 | 0,88 | 0,89 | 0,91 | 0,91 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 0,94 | 0,94 |
| 35 | 0,82 | 0,84 | 0,85 | 0,87 | 0,88 | 0,89 | 0,89 | 0,90 | 0,91 |
| 40 | 0,75 | 0,78 | 0,80 | 0,82 | 0,83 | 0,85 | 0,86 | 0,87 | 0,87 |
| 45 | 0,67 | 0,71 | 0,74 | 0,76 | 0,78 | 0,80 | 0,82 | 0,83 | 0,84 |
| 50 | 0,58 | 0,63 | 0,67 | 0,71 | 0,73 | 0,76 | 0,78 | 0,79 | 0,80 |

• **TABELA 7C: Factores de Correção para Profundidade de Enterramento**

| Profundidade (cm) | 50-60 | 60-80 | 80-100 |
|--------------------------|-------|-------|--------|
| Coefficiente de Correção | 1,02 | 1 | 0,98 |

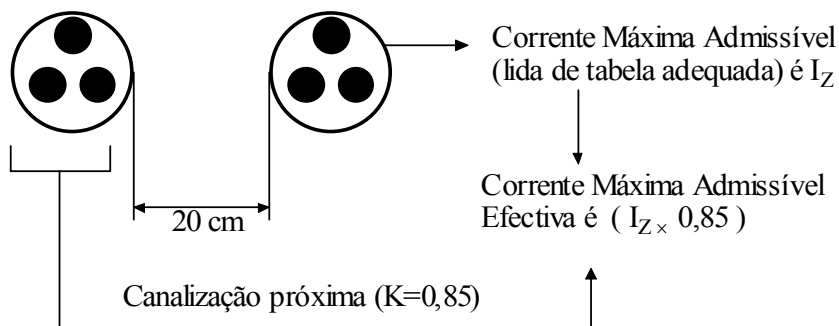
• **TABELA 7D: Factores de Correção para Resistividade Térmica do Solo**

| Temperatura. Máxima do Condutor (em °C) | Temp. do Solo (em °C) | Resistividade Térmica do Solo (em K.m/W) | | | |
|---|-----------------------|--|------|------|------|
| | | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,5 |
| 90 | 5 | 1,07 | 1,00 | 0,94 | 0,89 |
| | 10 | 1,05 | 0,98 | 0,91 | 0,86 |
| | 15 | 1,03 | 0,95 | 0,89 | 0,84 |
| | 20 | 1,00 | 0,93 | 0,86 | 0,81 |
| | 25 | | 0,90 | 0,84 | 0,78 |
| | 30 | | 0,88 | 0,81 | 0,75 |
| | 35 | | | 0,78 | 0,72 |
| | 40 | | | | 0,68 |
| 70 | 5 | 1,09 | 1,00 | 0,93 | 0,86 |
| | 10 | 1,06 | 0,97 | 0,89 | 0,83 |
| | 15 | 1,03 | 0,94 | 0,86 | 0,79 |
| | 20 | 1,01 | 0,91 | 0,83 | 0,76 |
| | 25 | | 0,88 | 0,79 | 0,72 |
| | 30 | | 0,85 | 0,76 | 0,68 |
| | 35 | | | 0,73 | 0,63 |
| | 40 | | | | 0,59 |

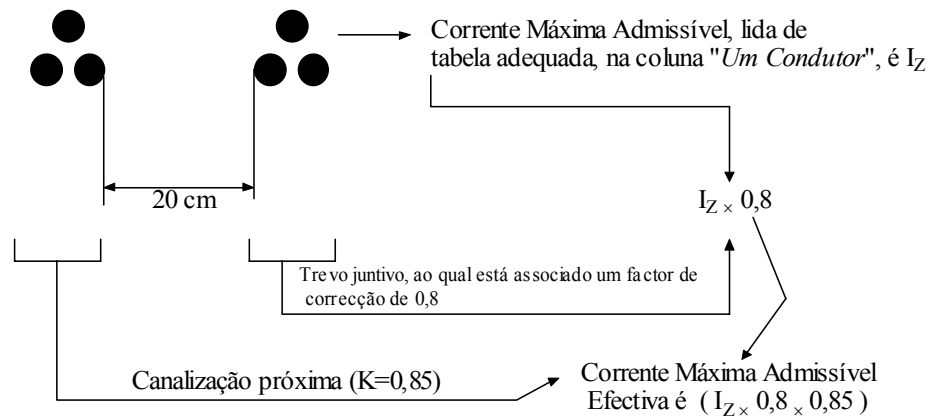
- **TABELA 7E1: Factores de Correção para Grupos de Canalizações Enterradas, Em Esteira Horizontal (com afastamento de, cerca de, 20 cm entre canalizações adjacentes)**

| Nº de Sistemas Trifásicos (Ver Nota 1) | Factor de Correção |
|---|--------------------|
| 2 | 0,85 |
| 3 | 0,75 |
| 4 | 0,70 |
| 5 | 0,65 |
| 6 | 0,60 |
| 8 | 0,56 |
| 10 | 0,53 |

- **Nota 1:** Entende-se por *Sistema Trifásico*, um cabo tripolar ou um sistema de três cabos monopolares.
- **Nota 2:** Exemplo de utilização da tabela, para o caso de dois sistemas trifásicos constituídos por cabos tripolares:



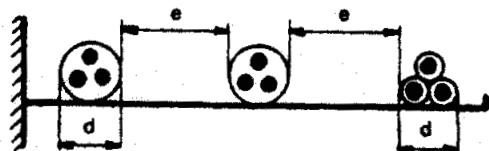
- **Nota 3:** Exemplo de utilização da tabela, para o caso de dois sistemas trifásicos constituídos por três cabos monocondutores, cada um:



Há fabricantes que fornecem, para a associação em trevo juntivo (ou outra), a Corrente Máxima Admissível, em cada cabo, considerando já a influência dos outros dois. Deste modo, em vez de um coeficiente de valor 0,8, deverá usar-se, antes, um coeficiente unitário, pelo que a Corrente Efectiva será ($I_z \times 1 \times 0,85$).

• **TABELA 7E2: Factores de Correção para Grupos de Canalizações Colocados no Chão ou em Tabuleiros**

- Canalizações não juntivas,



$e \geq 2d$ $K=1$

- Canalizações Juntivas,

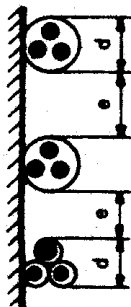


Coefficiente de Correção K

| Número de cabos multipolares ou de ternos de monopulares | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | > 9 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Colocação em pranchas ou tabuletas não perfuradas | 1,0 | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 |
| Colocação no tecto | 0,95 | 0,81 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,62 | 0,61 |
| Colocação em tabuleiro perfurado | 1,0 | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 |
| Colocação em consola | 1,0 | 0,87 | 0,82 | 0,80 | 0,80 | 0,79 | 0,79 | 0,78 | 0,78 |

TABELA 7E3: Factores de Correção para Grupos de Canalizações Fixas nas Paredes


- Não juntas,



$e \geq 2d \quad K=1$

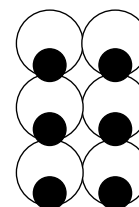
- Juntas.

Coefficiente de Correção K

|  | Número de cabos multipolares ou de ternos de monopolares | | | | | | | | | |
|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | > 9 | |
| Colocação na parede | 1,0 | 0,85 | 0,79 | 0,75 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | |
| Colocação em tabuleiro | 1,0 | 0,88 | 0,82 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,73 | 0,72 | 0,72 | |

• **TABELA 7F1: Factores de Correção para Cabos e Grupos de Cabos Entubados, Ao Ar**

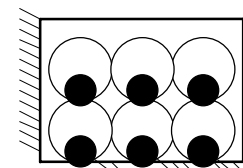
| Nº de tubos sobrepostos | Nº de tubos na horizontal | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0.85 | 0.80 | 0.77 | 0.75 | 0.74 | 0.73 |
| 2 | 0.78 | 0.74 | 0.71 | 0.69 | 0.68 | 0.67 |
| 3 | 0.72 | 0.69 | 0.66 | 0.65 | 0.64 | 0.63 |
| 4 | 0.70 | 0.66 | 0.63 | 0.62 | 0.61 | 0.61 |
| 5 | 0.68 | 0.65 | 0.61 | 0.60 | 0.59 | 0.59 |
| 6 | 0.67 | 0.64 | 0.60 | 0.59 | 0.58 | 0.58 |



Nota 1: *Admite-se que os tubos estão encostados e que há um só sistema trifásico por tubo.*

• **TABELA 7F2: Factores de Correção para Cabos e Grupos de Cabos Entubados, Enterrados**

| Nº de tubos sobrepostos | Nº de tubos na horizontal | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 0.80 | 0.70 | 0.62 | 0.58 | 0.54 | 0.52 |
| 2 | 0.70 | 0.57 | 0.50 | 0.46 | 0.42 | 0.40 |
| 3 | 0.62 | 0.50 | 0.42 | 0.38 | 0.36 | 0.34 |
| 4 | 0.58 | 0.46 | 0.38 | 0.35 | 0.32 | 0.30 |
| 5 | 0.54 | 0.42 | 0.36 | 0.32 | 0.30 | 0.28 |
| 6 | 0.52 | 0.40 | 0.34 | 0.30 | 0.28 | 0.26 |



Nota 1: *Admite-se que os tubos estão encostados e que há um só sistema trifásico por tubo.*

Nota 2: *O sistema trifásico, ou “feeder”, pode ser constituído por um só cabo multipolar ou por um conjunto de cabos monopolares.*

Nota 3: *Esta tabela pode também ser usada para o caso de tubos colocados no interior de um maciço de betão (por exemplo, na travessia de estradas).*

• **TABELA 7G:Factores de Correção para Cabos e Grupos de Cabos em Espaços Fechados**

| <i>Coeficiente de Ocupação</i> | 5 | 7 | 10 | 15 | 20 | 30 | 50 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Coeficiente de correção, K, relativamente à colocação ao ar livre | 0,60 | 0,66 | 0,72 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,92 |

Coeficiente de Ocupação: é calculado pela expressão, $\frac{p}{\sum d}$, onde:

- $p(\text{cm})$ = parte do perímetro do canal que participa na dissipação do calor para o meio envolvente. Devemos, nomeadamente, excluir as paredes vizinhas de fontes de calor, ou locais aquecidos, ou expostos á radiação solar directa;
- $\sum d(\text{cm})$ = soma dos diâmetros das canalizações que se encontram no canal;
- O diâmetro de uma canalização, d ; é tomado como o diâmetro exterior, para um cabo multipolar, e duas vezes o diâmetro exterior de um cabo, para um terno de cabos unipolares (ver figura).

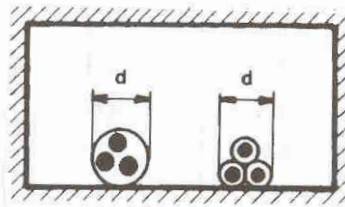


Figura: Diâmetro de Uma Canalização