

DERIVAÇÕES E BAIXADAS

Ligação de clientes de Baixa Tensão – Soluções técnicas normalizadas

Instalações Tipo

Elaboração: DIT

Homologação: conforme despacho do CA de 2021-04-07

Edição: 7. Anula e substitui a edição anterior de 2018-07-13

Acesso: X Livre

Restrito

Confidencial

ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO	3
1	OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO	3
2	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
3	DIMENSIONAMENTO – POTÊNCIAS MÍNIMAS REGULAMENTARES.....	4
4	POTÊNCIAS DISPONÍVEIS.....	4
5	FRONTEIRA ENTRE A REDE BT E A INSTALAÇÃO DO CLIENTE	5
6	MATERIAIS E EQUIPAMENTOS.....	5
6.1	Portinholas.....	6
6.2	Fusíveis e respectivas bases.....	6
6.3	Caixas de Contagem.....	6
6.4	Cabos para ramais	6
7	DERIVAÇÕES	8
7.1	Derivações a partir de redes aéreas	8
7.2	Derivações a partir de redes subterrâneas	10
8	DERIVAÇÕES SUBTERRÂNEAS A PARTIR DE REDES AÉREAS	11
9	DERIVAÇÕES PARA INSTALAÇÕES DE OBRAS (PROVISÓRIAS).....	12
ANEXO A Exemplos práticos de ligações a partir da rede aérea		14
ANEXO B Exemplos práticos de ligações a partir da rede subterrânea.....		18
ANEXO C Notas sobre dimensionamento das redes BT		25

0 INTRODUÇÃO

O presente documento define as opções da E-REDES no estabelecimento de regras para a Ligação de Clientes de Baixa Tensão (BT).

Anula e substitui a edição de julho de 2018.

As principais alterações introduzidas na presente versão estão relacionadas com:

- Definição de um novo paradigma relativo à localização das caixas de contagem, bem como a sua disposição;
- Introdução das condições previstas para a eventual remoção do DCP, aquando da substituição do Equipamento de Medição (EM) atual;
- Eliminação do capítulo relativo às condições gerais, por o seu conteúdo já se encontrar espelhado ao longo do texto do documento.

1 OBJETO E CAMPO DE APLICAÇÃO

Este documento destina-se a indicar as soluções técnicas normalizadas relativas à ligação de clientes a redes aéreas ou subterrâneas de BT, em novas ligações e/ou remodelações de instalações de utilização existentes.

2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Inclui disposições de outros documentos, referenciados nos locais apropriados do seu texto, os quais se encontram a seguir listados. Quaisquer alterações das referidas edições só serão aplicáveis no âmbito do presente documento, se forem objeto de inclusão específica, por modificação e aditamento do mesmo.

Para uma leitura complementar recomenda-se a consulta ao Guia de Medição, Leitura e Disponibilização de Dados de energia elétrica (GMLDD), aprovado pela ERSE, e seus documentos complementares, bem como ao Manual de Ligações à rede elétrica de serviço público - Guia técnico e logístico de boas práticas.

Portaria n.º 949-A/2006, 11.09, e sucessivas atualizações	Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT)
DGEG Édito n.º 235/2020, DR Série II, 29.10.2020	Remoção dos contadores de energia elétrica atual e substituição por contadores inteligentes
DMA-C62-807	Materiais para derivações e entradas BT. Portinholas de baixa tensão. Características e ensaios
DMA-C63-201	Aparelhagem de BT. Fusíveis de BT. Características e ensaios
DMA-C63-202	Materiais para redes - Aparelhagem de BT. Fusíveis de BT Interruptores-seccionadores-fusíveis de baixa tensão
DMA-C33-850	Conetores para cabos isolados de tensão estipulada inferior ou igual a 30 kV ($U_m = 36$ kV), para utilização em redes de distribuição subterrâneas. Características e ensaios
DMA-C62-805	Materiais para derivações e entradas BT. Caixas de contagem para instalação em clientes residenciais. Características e ensaios

DMA-C33-200	Condutores isolados e seus acessórios para redes. Cabos isolados de baixa tensão. Características e ensaios
DMA-C33-209	Condutores isolados e seus acessórios para redes. Cabos em torçada para linhas aéreas de baixa tensão Características e ensaios
DMA-C62-810	Aparelhagem de Baixa Tensão. Caixas de distribuição para redes subterrâneas. Características e ensaios
DIT-C11-030	Condomínios fechados. Regras para a concepção, aprovação e ligação à rede de projetos de infraestruturas elétricas privadas
DMA-C62-701	Materiais para derivações e entradas BT. Armários de contagem e caixas para transformadores de corrente para pontos de medição dos clientes em BTE. Características e ensaios
DFT-C62-820	Materiais para derivações e entradas BT. Caixa com ligadores para substituição de DCP. Fichas técnicas
ERSE Regulamento n.º 610/2019, DR Série II, 02.08.2019	Regulamento dos Serviços das Redes Inteligentes de Distribuição de Energia Elétrica (RSRI)
ERSE Regulamento n.º 1129/2020, DR Série II, 30.12.2020	Regulamento das Relações Comerciais dos Setores Elétrico e do Gás (RRC)

3 DIMENSIONAMENTO – POTÊNCIAS MÍNIMAS REGULAMENTARES

A queda de tensão máxima no ramal não deve ser superior a 2% da tensão nominal.

As potências mínimas a usar para o dimensionamento das instalações de utilização, são as previstas nas Regras Técnicas das Instalações Elétricas de Baixa Tensão (RTIEBT) e demais regulamentação em vigor.

4 POTÊNCIAS DISPONÍVEIS

Até 41,4 kVA a E-REDES disponibiliza aos seus clientes, em monofásico e trifásico, um conjunto de escalões de potência controláveis por meio de um Interruptor de Controlo de Potência (ICP)¹⁾, sendo a energia consumida medida através de um Equipamento de Medição Inteligente (EMI), de ligação direta.

Em chegadas existentes em que a E-REDES procede à retirada do Dispositivo de Controlo de Potência (DCP), poderá proceder à instalação de uma caixa com ligadores, sendo que estas devem estar conformes com a DFT-C62-820.

Acima de 41,4 kVA, pode ser contratado qualquer valor de potência até aos limites regulamentarmente definidos, sendo o valor da potência contratada controlada, para efeitos tarifários, por meio de indicador da potência máxima tomada em períodos de 15 minutos (integrado no EM de energia ativa) e a energia consumida medida por meio de EM de energia ativa e de energia reativa, de ligação direta ou a transformadores de corrente.

¹⁾ Incorporado no Equipamento de Medição Inteligente (EMI)

O Regulamento dos Serviços das Redes Inteligentes de Distribuição de Energia Elétrica (RSRI), prevê a remoção, mediante determinadas condições, dos DCP, aquando da substituição do EM atual por um EMI, promovida pelo Operador da Rede de Distribuição em Baixa Tensão (ORD BT).

Assim, para assegurar a manutenção do nível de proteção das instalações elétricas e a eficiência das operações remotas que os EMI permitem, devem verificar-se as seguintes regras associadas à substituição de EM:

- a) Caso o ORD BT não tenha acesso ao local onde está instalado o quadro de entrada da instalação elétrica (QE), deve proceder-se apenas à substituição do EM;
- b) Caso o ORD BT tenha acesso ao local onde está instalado o QE, deve ser verificada a existência de dispositivos com a função de corte geral, de proteção contra as sobreintensidades e de proteção diferencial, devendo ainda proceder-se à substituição do EM e:
 - i. Se no QE existirem dispositivos com as funções acima referidas, o DCP pode ser retirado;
 - ii. Se no QE faltar pelo menos uma das funções acima referidas, o DCP não pode ser retirado, devendo ser regulado para o seu valor máximo;
- c) Em instalações novas ou remodeladas, as funções de corte geral, proteção contra as sobreintensidades e proteção diferencial, devem ser asseguradas por equipamentos da propriedade do cliente, pelo que a instalação do EMI dispensa a existência do DCP.

Nota: As instalações coletivas ou as entradas trifásicas, que entraram em exploração antes de 1 de janeiro de 2018, carecem de verificação da conformidade da ligação à Rede Elétrica de Serviço Público (RESP), nos termos da legislação aplicável.

5 FRONTEIRA ENTRE A REDE BT E A INSTALAÇÃO DO CLIENTE

Considera-se como fronteira entre a rede BT e a instalação do cliente os ligadores de saída dos fusíveis existentes na portinhola. Nos casos em que, excecionalmente e por indicação da E-REDES, se puder dispensar a instalação da portinhola, o limite da rede de distribuição termina nos ligadores de entrada do EM ou nos ligadores de entrada do quadro de colunas do edifício.

A portinhola deverá ficar em local de fácil acesso ao distribuidor de energia, a partir da via pública, a quem caberá a sua exploração, sendo da responsabilidade do cliente a montagem da mesma.

É ainda da responsabilidade do cliente, por se tratar de uma instalação que lhe pertence, toda a instalação situada a jusante dos ligadores de saída da portinhola, incluindo o tubo de proteção e os condutores de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem, os ligadores dos condutores, a caixa de contagem e a ligação entre a caixa de contagem e o quadro de entrada da sua instalação.

São igualmente do cliente, não fazendo, consequentemente, parte da rede de distribuição, as instalações coletivas do edifício e respetivas entradas situadas a jusante dos ligadores de saída da portinhola, dos ligadores de entrada do EM ou dos ligadores de entrada do quadro de colunas do edifício, conforme o caso.

6 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Os materiais e os equipamentos a usar nas ligações de clientes à rede BT devem obedecer às especificações em vigor na E-REDES²⁾ e às regras indicadas no presente documento.

²⁾ Documentos disponíveis em e-redes.pt

Na ausência das especificações referidas, os materiais e os equipamentos devem obedecer às normas em vigor (Normas Portuguesas, Norma Europeias e Documentos de Harmonização da CENELEC e normas da IEC, ou, na ausência destas normas de países de reconhecida idoneidade tecnológica, a indicar pela E-REDES) e devem ter características adequadas ao local onde forem instalados e ao fim a que se destinam.

A verificação da obediência às normas pode ser feita, segundo as disposições em vigor³⁾, por meio de:

- marcação de conformidade com as normas;
- certificação de conformidade com as normas;
- declaração do fabricante.

6.1 Portinholas

As portinholas a utilizar devem obedecer ao estipulado no DMA-C62-807.

6.2 Fusíveis e respetivas bases

Os fusíveis e as respetivas bases que equipam as portinholas a utilizar, devem ser as adequadas e obedecer ao definido no DMA-C63-201 e DMA-C63-202.

Os condutores de entrada das portinholas serão munidos de ligadores (terminais) bimetálicos de acordo com o DMA-C33-850.

6.3 Caixas de Contagem

As caixas de contagem destinam-se aos edifícios dotados de uma única instalação de utilização (vivendas unifamiliares, edifícios comerciais isolados, etc.) e são previstas para colocação encastrada próximo da origem da instalação elétrica (de utilização), mas no exterior da habitação, ou no muro, no exterior da propriedade.

Nos edifícios coletivos, as caixas de contagem podem ser instaladas no seu interior, nas zonas comuns do condomínio, no exterior das frações. Podem ser instaladas, por exemplo, nos patamares de entrada das habitações⁴⁾.

As caixas de contagem devem ter invólucros adequados que satisfaçam as características estipuladas no DMA-C62-805.

6.4 Cabos para ramais

Os cabos a usar nas ligações entre a rede existente e a portinhola (ramais) são os indicados no quadro seguinte e devem obedecer ao indicado no DMA-C33-200 (para ramais subterrâneos) e no DMA-C33-209 (para ramais aéreos).

³⁾ Por exemplo: Decreto-Lei nº 117/88 (Diretiva BT: 73/23/CEE); Decreto-Lei 21/2017, de 21 de fevereiro, que transpõe para o direito nacional a Diretiva 2014/35/UE, de 26 de fevereiro

⁴⁾ Por acordo com a E-REDES, os EM podem ser instalados noutra local, desde que: i) aí se concentrem todas as caixas de contagem; ii) se garanta a proximidade da instalação de utilização; iii) em zona comum do edifício.

Quadro 2
Cabos a utilizar e suas proteções

Potência Máxima Admissível (PMA) ⁽¹⁾ (kVA)	Corrente máxima/fase ⁽²⁾ (A)	Cabos de entrada (ramais)		Fusíveis		Capacidade de ligação ⁽⁸⁾ (mm ²)	
		Derivação	Designação ⁽³⁾ ⁽⁴⁾	N.º	I _n ⁽⁶⁾ (A)	Fases	Neutro
10,35 (máxima)	45	Aérea	LXS 2x16	1	50	Existem terminais qualificados para a secção 16 mm ²	
		Subterrânea	LSVAV 2x16				
BTN - 41,4 (máxima)	60	Aérea	LXS 2x16	3	63	Existem terminais qualificados para as secções 16, 25, 35, 50, 70 e 95 mm ²	
			LXS 4x16				
			LXS 4x25+16				
			LXS 4x50+16				
			LXS 4x70+16				
			LXS 4x95+16				
		Subterrânea	LSVAV 4x16				
			LSVAV 4x35				
BTE - 69 (máxima)	100	Subterrânea	LSVAV 4x35	3	100		
			LSVAV 4x95		125		
250 (máxima)	400	Subterrânea	LSVAV 4x95	3	200	Existem terminais qualificados para as secções 95, 185 e 400 mm ²	Existem terminais qualificados para a secção 95 mm ²
			LVAV 3x185+95		315		
			n x LXV 1x400 ⁽⁵⁾		400		
630 (máxima)	1 000	Subterrânea	n x LVAV 3x185+95 ⁽⁵⁾	0	----- ⁽⁷⁾	Existem terminais qualificados para as secções 185 e 400 mm ²	Existem terminais qualificados para a secção 95 mm ²
			n x LXV 1x400 ⁽⁵⁾				

- (1) Corresponde à potência máxima admissível (PMA,) possível para cada tipo de Pedido de Ligação à Rede (PLR);
- (2) Corresponde ao limite teórico de capacidade de ligação em termos de corrente máxima por fase;
- (3) Tipos de cabos especificados e em utilização pela E-REDES (conforme DMA-C33-200 e DMA-C33-209), não dispensando, no entanto, a consulta da documentação normativa em vigor e eventuais pedidos de esclarecimento aos serviços técnicos da E-REDES. Relativamente aos cabos LXS 4x25+16, LXS 4x50+16, LXS 4x70+16 e LXS 4x95+16, com condutor destinado à Iluminação Pública, não deve este condutor ser interligado na Portinhola;
- (4) A designação dos cabos obedece ao disposto na norma NP 665;
- (5) (n) representa o número de cabos associados em paralelo.
- (6) Corresponde à corrente estipulada máxima para o elemento de substituição a utilizar para proteger os cabos de entrada contra sobrecargas. Os valores indicados têm em conta o valor teórico da corrente máxima/fase, a seletividade de proteções na rede de BT e os valores das correntes estipuladas dos elementos de substituição normalizados, conforme DMA-C63-201. A contagem direta em BTE está disponível até aos 100 A por fase;
- (7) Sem proteção;
- (8) Corresponde à capacidade de ligação sugerida tendo em conta a utilização de terminais de ligação de olhal, previstos no âmbito do DMA-C62-807 e aplicável a condutores rígidos (de cobre ou de alumínio) com os diâmetros mínimos e máximos indicados na EN 60228.

7 DERIVAÇÕES

A entrada dos cabos (ramais) é sempre feita pela parte inferior da portinhola. Os condutores desses cabos devem ser ligados aos terminais inferiores do dispositivo de neutro e/ou das bases de fusíveis/Interruptores-Seccionadores Fusíveis (ISF).

Quando colocadas juntas, a disposição da caixa de contagem e da portinhola é livre, mas preferencialmente justapostas, no espaço reservado para o efeito (figuras 2 e 3) e desde que sejam respeitadas as distâncias mínimas indicadas. No caso de instalação em paralelo, a distância entre ambas deve ser a menor possível e, caso seja necessário utilizar cabos para interligação, estes devem ser do menor tamanho possível.

No caso de a caixa de contagem não ficar contígua à portinhola, a conduta de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem deve ser executada em tubo PEAD/PEBD de parede dupla, estabelecido em traçado reto, sem uniões nem caixas de visita. A secção do tubo a usar, com o mínimo de 40 mm², deverá ser duas vezes superior à secção do cabo de ligação entre a portinhola e o EM.

A ligação entre a portinhola e a caixa de contagem deve ser feita por meio de condutores H07V-R ou H07V-U⁵, com a secção e o número de condutores adequados à potência de dimensionamento da instalação, com um mínimo de 6 mm² nos ramais monofásicos para potências até 6,90 kVA (30 A) ou nos trifásicos até 20,70 kVA (30 A).

Em situações de migração da alimentação de um cliente de trifásico para monofásico, só é possível utilizar o paralelo de condutores se estiverem reunidas as condições estabelecidas no RTIEBT, nomeadamente o estabelecido nos pontos 523.6 e 543.1.2 e garantindo todas as condições necessárias para a correta ligação ao EMI.

7.1 Derivações a partir de redes aéreas

As derivações de redes aéreas devem ser feitas em condutores torçada BT, de acordo com as regras a seguir indicadas (exemplo ilustrativo na figura 1 – ramal até à Portinhola).

No omissso, devem ser respeitadas as condições indicadas no Guia Técnico de Redes Aéreas de BT em Condutores Isolados Agrupados em Feixe (Torçada), edição da Direção Geral de Energia e Geologia (DGEG).

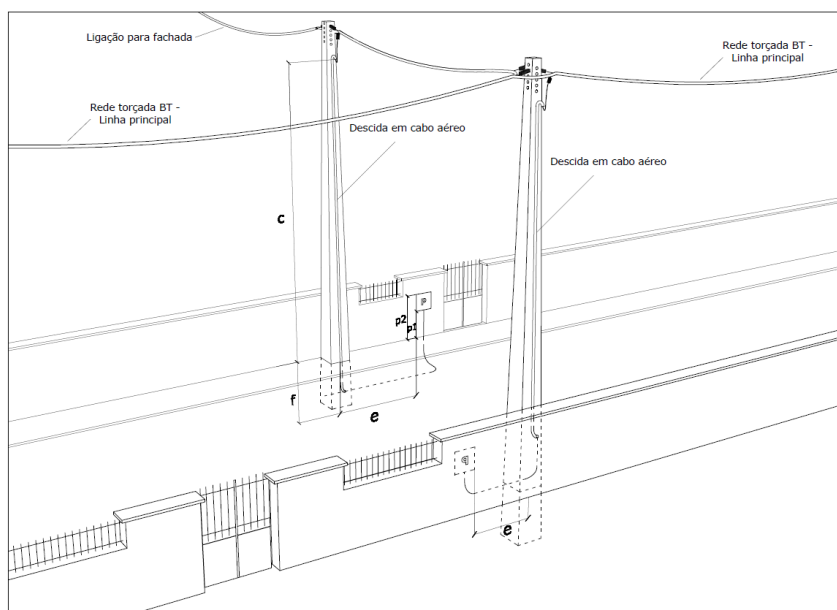


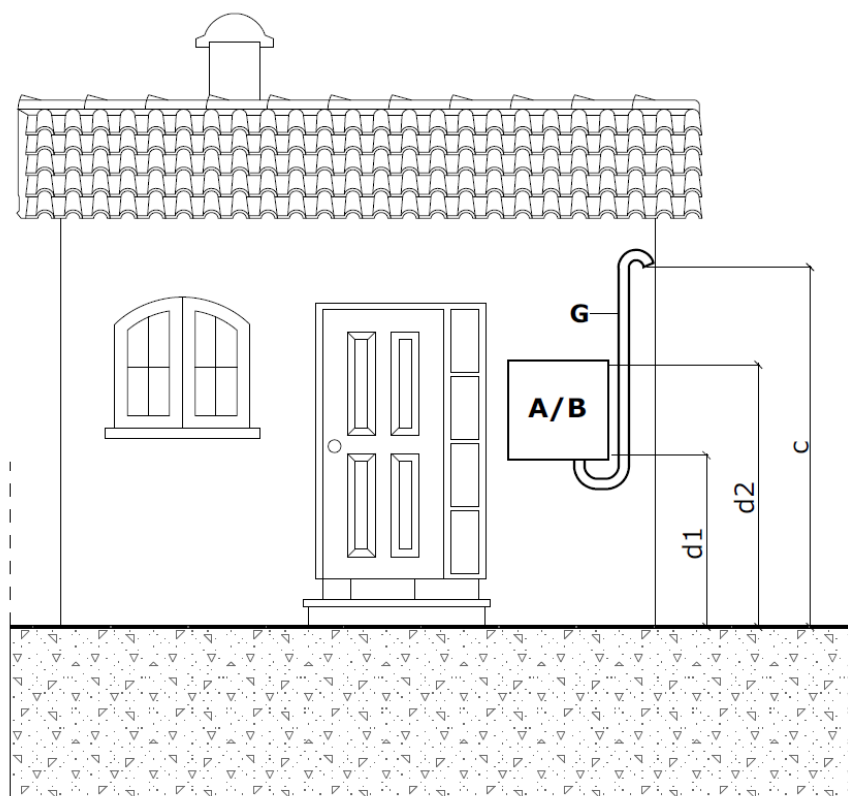
Figura 1 - Ligações a partir de rede aérea (construções dotadas de muro).

⁵ A usar para secções inferiores a 10 mm²

Sendo que:

- P - Portinhola (acessível pela via pública);
- c - 2,25 m (mínimo);
- e – Menor ou igual a 1 m
- p1 - Entre 0,25 m e 0,80 m;
- p2 – 1,55 m (máximo);
- f - 0,70 m (mínimo).

O princípio geral deve obedecer ao representado na figura 2 abaixo representada.



ALÇADO PRINCIPAL

Figura 2 – Princípio geral de ligações a partir da rede aérea.

Sendo que:

- A/B – Espaço para Portinhola e Caixa de Contagem (acessível pela via pública/externo da habitação);
- G – Tubo VD ou VM mínimo de 40;
- c – 2,25m (mínimo);
- d1: Entre 0,25 m e 0,80 m – no caso da portinhola;
- d1: 0,70 m – no caso da caixa de contagem (mínimo);
- d2: 1,55 m – no caso da portinhola (máximo);
- d2: 1,70 m – no caso da caixa de contagem.

Apresentam-se no Anexo A alguns exemplos práticos de tipos de ligação, a partir da rede aérea.

7.2 Derivações a partir de redes subterrâneas

O princípio geral deve obedecer ao representado na figura 3 abaixo representada.

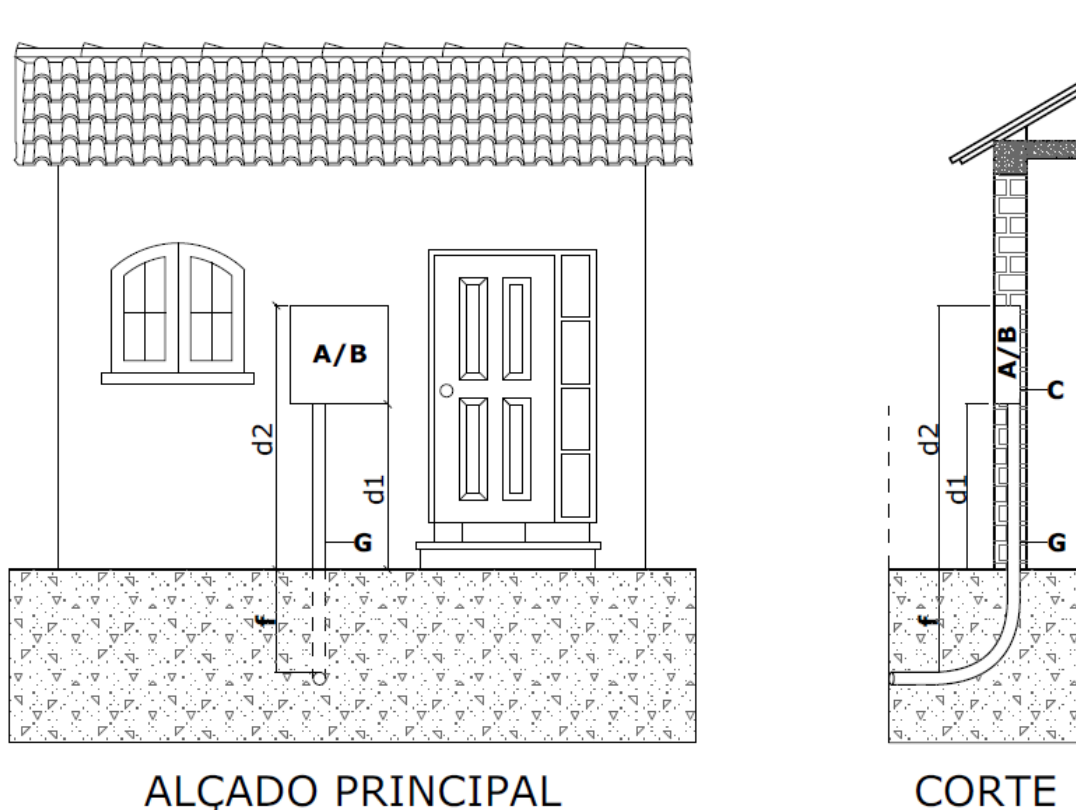


Figura 3 – Princípio geral de ligações a partir da rede subterrânea.

Sendo que:

- A/B – Espaço para Portinhola e Caixa de Contagem (acessível pela via pública/externa da habitação);
- C - Condução de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem;
- G – Tubo PEAD 63mm e IK 08 (em alternativa ao PEAD, dentro do muro poderá ser utilizado o tubo PVC com PN 6);
- d1 - Entre 0,25 m e 0,80 m – no caso da portinhola;
- d1 - 0,70 m – no caso da caixa de contagem (mínimo);
- d2 - 1,55 m – no caso da portinhola (máximo);
- d2 - 1,70 m – no caso da caixa de contagem;
- f – 0,70 m (mínimo).

Apresentam-se no Anexo B alguns exemplos práticos de tipos de ligação, a partir da rede subterrânea.

8 DERIVAÇÕES SUBTERRÂNEAS A PARTIR DE REDES AÉREAS

Nos casos em que o cliente seja alimentado a partir de uma rede aérea, mas em que o ramal seja subterrâneo, podem adotar-se 3 soluções:

- a) se a rede se desenvolver do outro lado da via onde se localiza a instalação a ligar, pode optar-se por fazer uma transição aero-subterrânea no poste mais próximo e considerar que se aplicam a essa alimentação as regras relativas às derivações a partir da rede subterrânea;

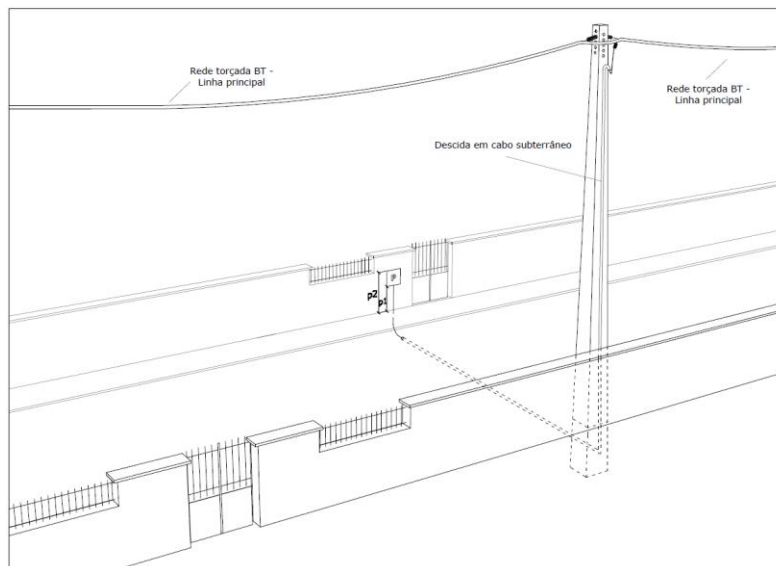


Figura 4 – Derivação a partir da rede aérea com travessia subterrânea

Sendo que:

- P - Portinhola (acessível pela via pública);
- p1 - Entre 0,25 m e 0,80 m;
- p2 – 1,55 m (máximo).

- b) se a rede se desenvolver do outro lado da via onde se localiza a instalação a ligar, pode optar-se por colocar um poste do outro lado da via e fazer a travessia aérea, sendo a transição aero-subterrânea realizada nesse poste e considerar que se aplicam a essa alimentação as regras relativas às derivações a partir da rede subterrânea;

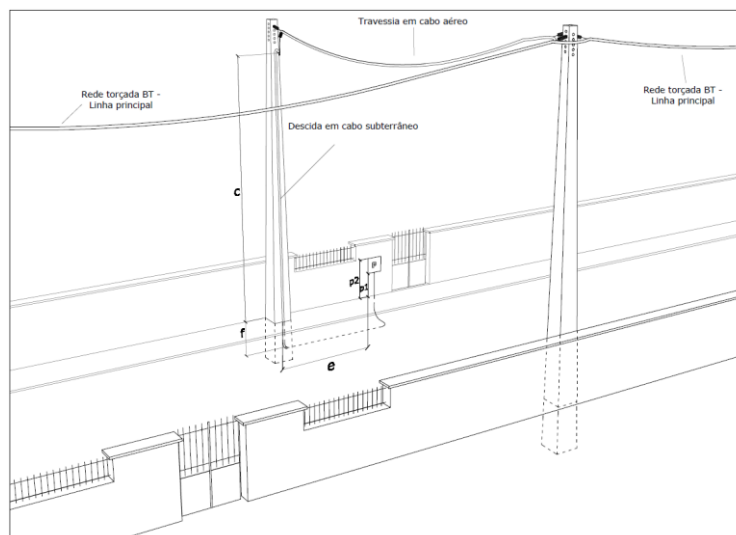


Figura 5 – Derivação com travessia aérea e ramal subterrâneo

Sendo que:

- P – Portinhola (acessível pela via pública);
- c - 2,25m (mínimo);
- e - Maior que 1 m;
- f - 0,70 m (mínimo);
- p1 - Entre 0,25 m e 0,80 m;
- p2 - 1,55 m (máximo).

- c) se a rede se desenvolver do mesmo lado da via onde se localiza a instalação a ligar e caso exista um poste na proximidade da instalação, pode optar-se por fazer a transição aero-subterrânea nesse poste e considerar que se aplicam a essa alimentação as regras relativas às derivações a partir da rede subterrânea. Se por questões técnicas não for possível efetuar a transição num poste já existente, pode optar-se por colocar um poste na proximidade da instalação, fazendo a transição aero-subterrânea nesse poste.

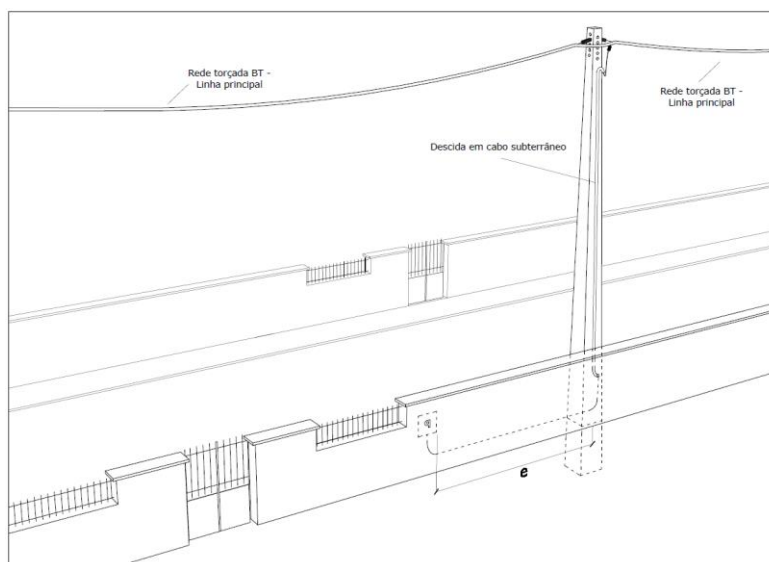


Figura 6 – Derivação subterrânea a partir da rede aérea

Sendo que:

- P – Portinhola (acessível pela via pública);
- e - Maior que 1 m.

9 DERIVAÇÕES PARA INSTALAÇÕES DE OBRAS (PROVISÓRIAS)

As ligações para obras devem limitar a sua duração ao estritamente necessário.

Estas instalações devem obedecer ao disposto no Decreto-Lei n.º 96/2017 de 10 de agosto, onde são classificadas como instalações elétricas do tipo C de carácter temporário.

Apesar da instalação de utilização ter um carácter provisório, a ligação à rede ainda que venha a ser desmontada, será estabelecida de acordo com as regras técnicas em vigor. A montagem e desmontagem do ramal de ligação temporária à rede é da inteira responsabilidade do requisitante, através de empreiteiro habilitado para o efeito.

A obrigação de ligação de instalações de carácter temporário está condicionada à disponibilidade da rede de distribuição e ao cumprimento das normas legais e regulamentares em vigor, não podendo prejudicar a normal

exploração da rede nem constituir perigo para pessoas e bens. No caso de ser possível, o ramal de ligação à rede poderá executar-se em termos definitivos, seguindo a mesma tramitação da ligação normal à rede BT.

Em regra, o ramal que alimente as instalações para obras deve, sempre que possível, ser construído em termos definitivos, o que pressupõe que a portinhola, ou caixa de distribuição, e a caixa de contagem sejam igualmente instaladas no local definitivo. O fornecimento e a colocação do EMI é da responsabilidade da E-REDES.

Não é autorizada a colocação dos quadros elétricos de obras nos apoios de rede de distribuição e nem nos da rede de Iluminação Pública (IP).

Estes quadros devem ser localizados, preferencialmente, no interior do estaleiro, em local acessível a pessoal da E-REDES e devem ser fixos e sem possibilidades de remoção durante o período de duração da obra. Podem ficar no interior de uma construção, como um contentor, ou no exterior, num pedestal em alvenaria ou num poste de cimento devidamente arvorado e com resistência mecânica adequada.

Este quadro deve possuir um invólucro construído em material isolante, respeitar as condições regulamentarmente definidas para os locais expostos e poeirentos e ter um Índice de Proteção mínimo IP 44 e IK 07. Deve alojar os órgãos de corte geral e de proteção das saídas, sendo a proteção de pessoas contra contactos indiretos assegurada por dispositivo diferencial de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$).

Os cabos a utilizar nestas instalações devem ser adequados ao tipo de local e aos riscos existentes.

ANEXO A

EXEMPLOS PRÁTICOS DE LIGAÇÕES A PARTIR DA REDE AÉREA

A1. Edifícios em terrenos murados com uma única instalação de utilização

A1.1 Ligação de edifícios dotados de muro com pilar

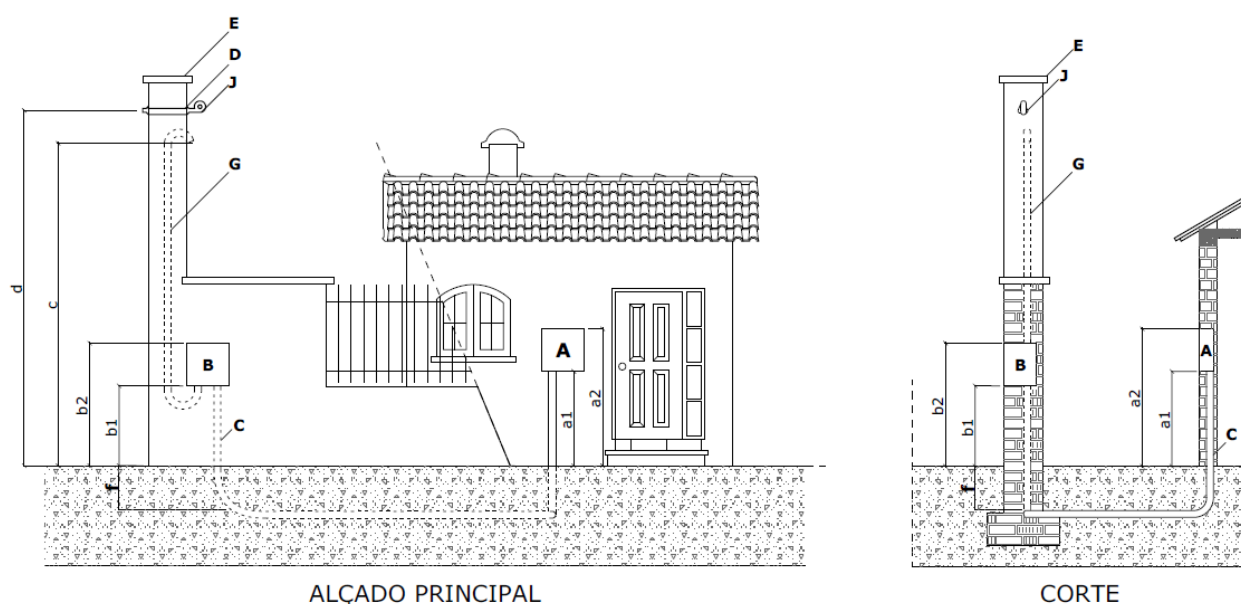


Figura A1 - Ligação a partir de rede aérea de edifícios com uma instalação de utilização dotados de muro com pilar.

Sendo que:

- A - Caixa de contagem (acessível pelo exterior da habitação);
- B - Portinhola (acessível pela via pública);
- C - Conduta de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem;
- D - Tubo VD 20 (fixação da ferragem da pinça de amarração);
- E - Pilar;
- G - Tubo VD ou VM mínimo 40;
- J - Ferragem rabo de porco;
- a1 - 0,70 m / a2 - 1,70 m;
- b1 - entre 0,25 m e 0,80 m / b2 - 1,55 m;
- c - 2,25 m / d - 2,55 m;
- f - mínimo de 0,70 m.

Esta solução aplica-se aos casos em que os edifícios disponham de muro e de pilar⁶ com altura suficiente para que o ramal, proveniente de um poste relativamente próximo (máximo 10 m), possa amarrar à ferragem de "rabo de porco" (J e D) e, daí, entrar na portinhola (B) através de um tubo (G).

A utilização do tubo de 40 mm de diâmetro (VD ou VM) destina-se a deixar a entrada na portinhola preparada para permitir a execução de ramais com cabo LXS 4x16 mm², independentemente de ser ou não monofásica a ligação a estabelecer, a fim de possibilitar, no futuro, uma eventual passagem da ligação de monofásica a trifásica.

O tubo G da figura A1 foi previsto para estar numa posição em pescoço, tendo em vista minimizar a entrada de água. A distância mínima da torçada ao solo (parte inferior do pescoço do tubo) deve ser a regulamentar, isto é, 2,25 m.

A1.2 Ligação de edifícios dotados de muro sem pilar

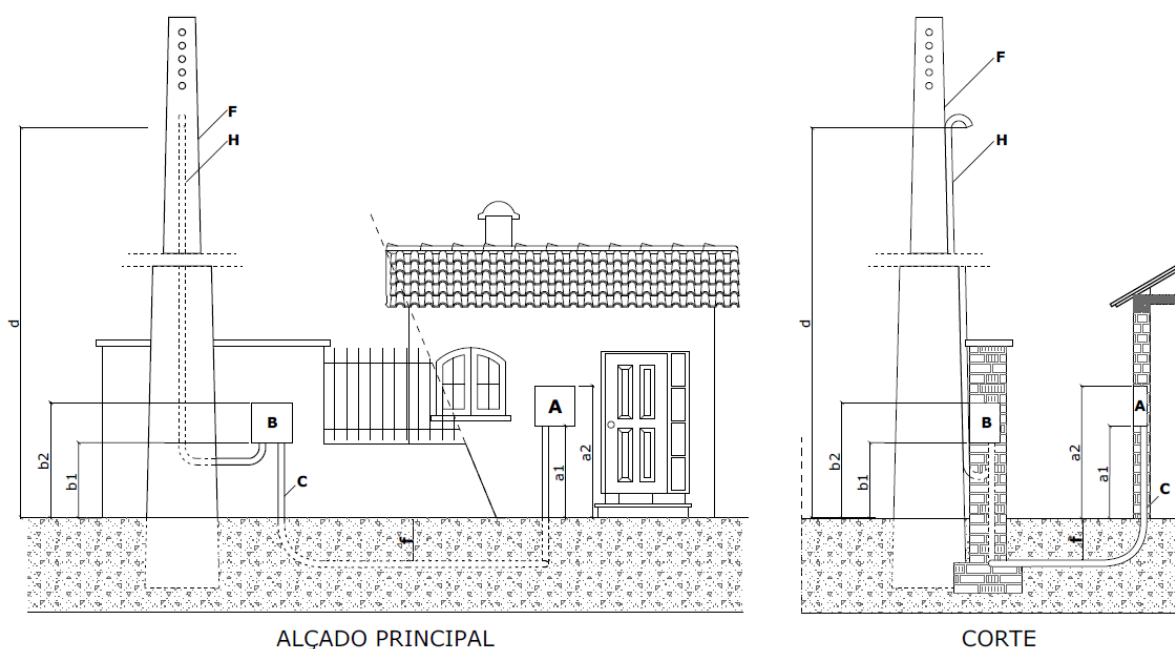


Figura A2 - Ligação a partir de rede aérea de edifícios com uma instalação de utilização dotados de muro sem pilar (poste encostado ou intercalado no muro).

Sendo que:

- A - Caixa de contagem (acessível pelo exterior da habitação);
- B - Portinhola (acessível pela via pública);
- C - Conduto de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem;
- F - Apoio encostado a muro;
- H - Tubo PVC rígido Ø40 e IK 08 (PN 10);
- a1 - 0,70 m / a2 - 1,70 m;
- b1 - Entre 0,25 m e 0,80 m / b2 - 1,55 m;
- c - 2,25 m / d - 2,55 m;
- f - Mínimo de 0,70 m.

⁶ Pilar e fundação em betão armado resistente a uma solicitação de 200 kg à cabeça (conforme estipulado no DMA-C67-205).

Esta solução aplica-se aos casos em que os edifícios disponham de muros sem pilar, ou com pilar sem altura suficiente para que o ramal seja montado nas condições indicadas na secção anterior.

Após amarrar no poste, a torçada desce ao longo deste, protegida pelo tubo, e entra na portinhola (B) através do tubo (H), que, por estar à vista e acessível, deve ter resistência mecânica adequada (PN 10). A utilização do tubo (H) de 40 mm de diâmetro (PVC) destina-se a deixar a entrada na portinhola preparada para permitir a execução de ramais com cabo LXS 4x16 mm², independentemente de ser ou não monofásica a ligação a estabelecer, a fim de permitir, no futuro, uma eventual passagem da ligação de monofásica a trifásica.

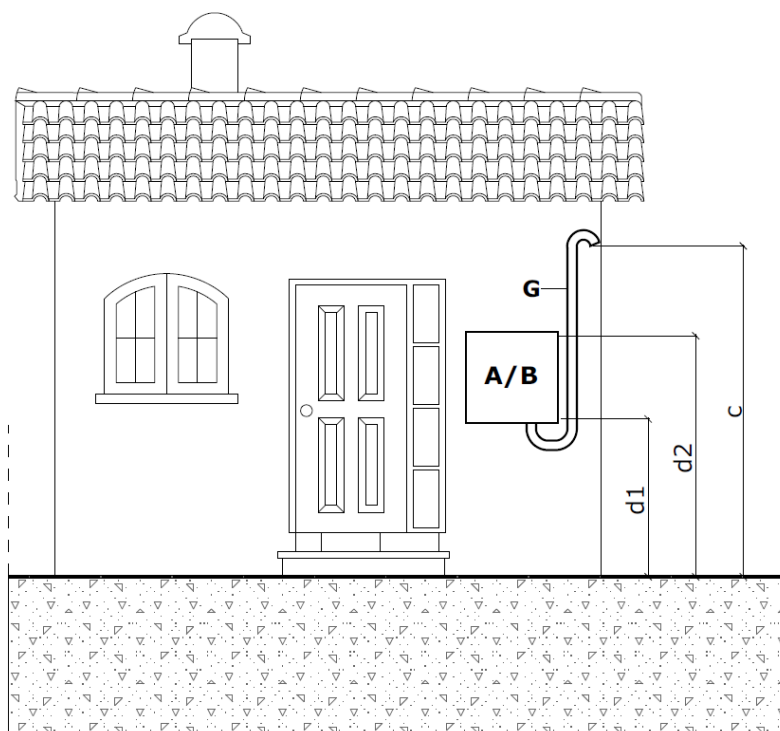
Na solução preconizada nesta secção, o poste deve ficar montado na via pública. Contudo, e em situações excepcionais, como é o caso de caminhos públicos de reduzida largura, admite-se que o poste possa ficar dentro do terreno da instalação alimentada pelo ramal.

A2. Edifícios com fachada confinante com a via pública (sem muro) e dotados de uma única instalação de utilização

Esta solução aplica-se aos casos de edifícios que não disponham de um muro e a sua fachada esteja acessível a partir da via pública. Neste caso, o ramal, proveniente de um poste próximo, amarra a uma ferragem montada na fachada, na proximidade imediata do tubo de entrada (C) e daí entra num tubo que o leva à portinhola (B).

A utilização do tubo de 40 mm de diâmetro (VD ou VM) destina-se a deixar a entrada na portinhola preparada para permitir a execução de ramais com cabo LXS 4x16 mm², independentemente de ser ou não monofásica a ligação a estabelecer, a fim de possibilitar, no futuro, uma eventual passagem da ligação de monofásica a trifásica.

O tubo C da figura A3 foi previsto para estar numa posição em pescoço, tendo em vista minimizar a entrada de água. A distância mínima da torçada ao solo (parte inferior do pescoço do tubo) deve ser a regulamentar, isto é, 2,25 m em ambos os casos.



ALÇADO PRINCIPAL

Figura A3 - Ligação a partir de rede aérea de edifícios com uma instalação de utilização e fachada confinante com a via pública (sem muro).

Sendo que:

- A/B – Espaço para Portinhola e Caixa de Contagem (acessível pela via pública/externo da habitação);
- G – Tubo VD ou VM mínimo de 40;
- c – 2,25m (mínimo);
- d1: entre 0,25 m e 0,80 m – no caso da portinhola;
- d1: 0,70 m – no caso da caixa de contagem;
- d2: 1,55 m – no caso da portinhola;
- d2: 1,70 m – no caso da caixa de contagem.

A3. Edifícios coletivos

Na alimentação de edifícios coletivos (mais do que uma instalação de utilização) a partir de uma rede aérea, deve ser utilizada a tecnologia das redes subterrâneas (Anexo B), com transição para cabo subterrâneo num apoio próximo do edifício ou na fachada.

Em edifícios cuja potência requisitada não exceda os 55 kVA e em que a rede se desenvolva apoiada na fachada, pode a alimentação ser feita em LXS 4x25+16 mm², entrando a torçada no edifício em condições equivalentes às definidas nas secções anteriores, no que respeita às distâncias ao solo.

ANEXO B

EXEMPLOS PRÁTICOS DE LIGAÇÕES A PARTIR DA REDE SUBTERRÂNEA

B1. Edifícios em terrenos murados com uma única instalação de utilização

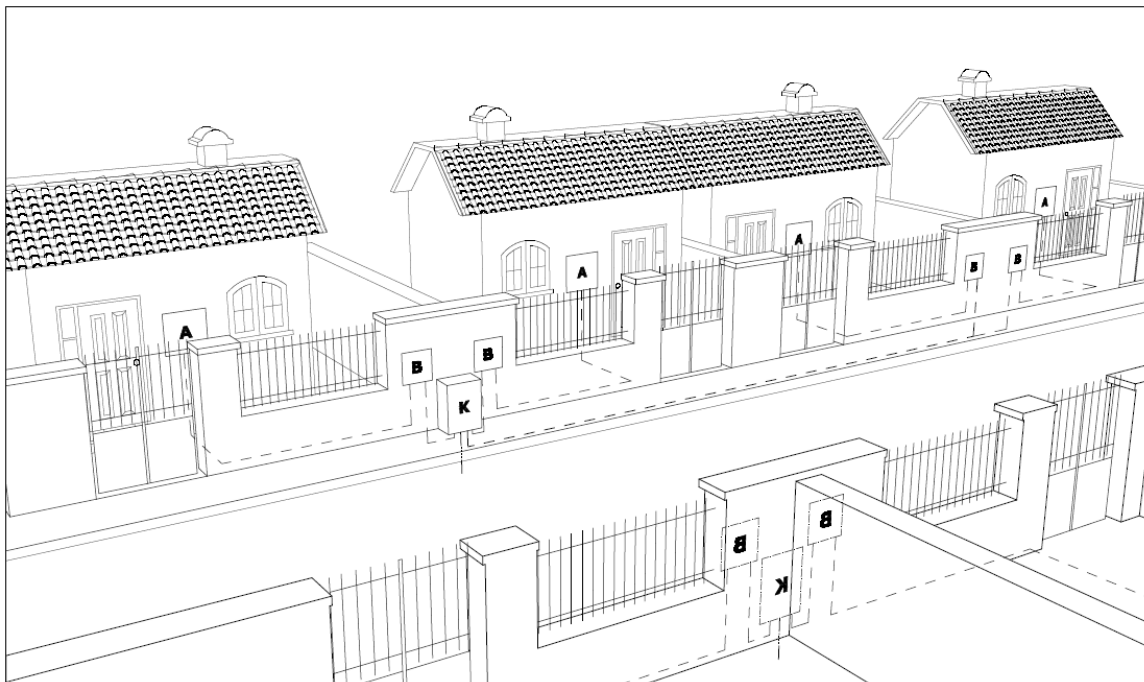


Figura B1 - Ligação a partir de rede subterrânea – construções dotadas de muro

Sendo que:

- A - Caixa de contagem (acessível pelo exterior da habitação);
- B - Portinhola (acessível pela via pública);
- K – Armário Distribuição BT.

B1.1 Ligação de edifícios dotados de muro

A solução apresentada na figura B1 e B2 aplica-se aos casos de edifícios que disponham de um muro, confinante com a via pública, com altura suficiente para a instalação da portinhola, entrando o cabo subterrâneo na portinhola (B) através de um tubo (G).

A utilização do tubo PEAD (polietileno de alta densidade) de 63 mm destina-se a deixar a entrada na portinhola preparada para permitir a execução de ramais com cabo LSVAV 4x16 mm², independentemente de ser ou não monofásica a ligação a estabelecer, a fim de permitir, no futuro, uma eventual passagem da ligação de monofásica a trifásica, bem como a facilitar o enfiamento deste cabo.

Para outras secções de condutores, devem ser usados diâmetros compatíveis com a fórmula:

- $\varnothing \text{ Tubo}_{(\text{int.})} \geq 1,5 \times \varnothing \text{ Cabo}_{(\text{ext.})}$.

Da aplicação da fórmula aos cabos subterrâneos normalizados na E-REDES, resultam os diâmetros mínimos de tubos indicados no quadro seguinte:

Quadro B1
Tubos a utilizar na proteção dos cabos subterrâneos

Cabos subterrâneos - LSVAV e LVAV				
Designação do cabo	Tipo de tubo (subida a poste)		Tipo de tubo (em vala)	
LSVAV 2x16	PVC 40 mm (1" ¼)	PN 10 kg/cm²	63 mm	PEAD/PEBD
LSVAV 4x16	PVC 40 mm (1" ½)			
LSVAV 4x35	PVC 50 mm (2")			
LSVAV 4x95	PVC 63 mm			
LVAV 3x185+95	-		125 mm	

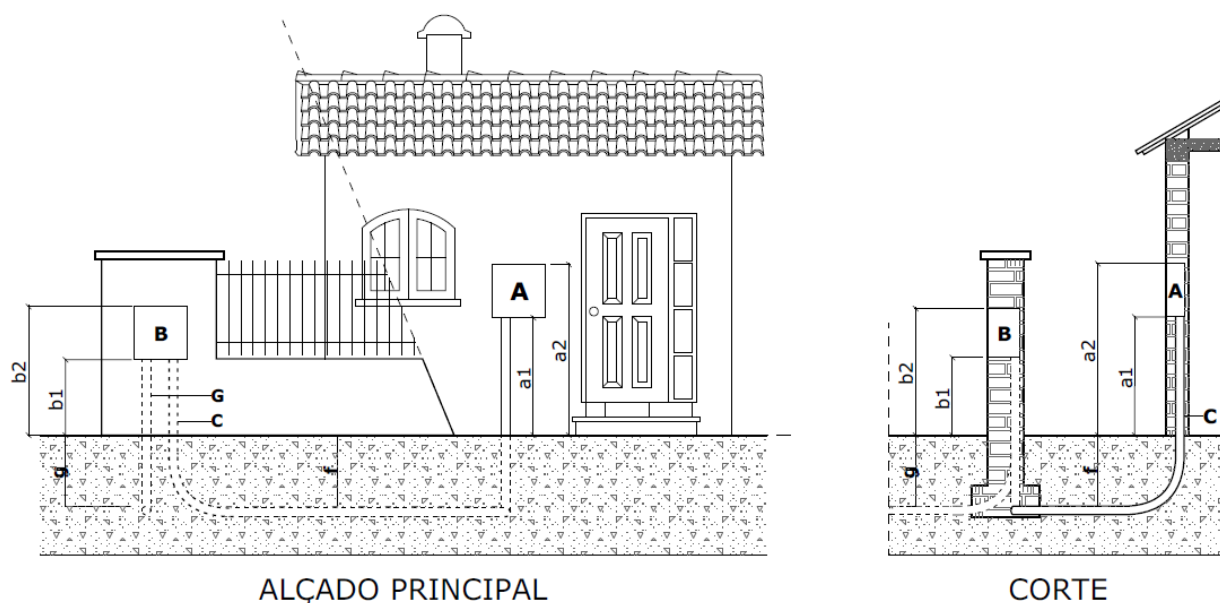


Figura B2 - Ligação a partir de rede subterrânea de edifícios com uma instalação de utilização dotados de muro

Sendo que:

- A - Caixa de contagem (acessível pelo exterior da habitação);
- B - Portinhola (acessível pela via pública);
- C - Conduta de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem;
- G – Tubo PEAD 63mm e IK 08 (em alternativa ao PEAD, dentro do muro poderá ser utilizado o tubo PVC com PN 6);
- a1 - 0,70 m / a2 - 1,70 m;
- b1 - entre 0,25 m e 0,80 m / b2 - 1,55 m;
- f / g – mínimo de 0,70 m.

A utilização do tubo de 63 mm de diâmetro destina-se a deixar a entrada na portinhola preparada para permitir a execução de ramais com cabo LSVAV 4x16 mm², independentemente da ligação a estabelecer ser ou não

monofásica, a fim de permitir, no futuro, uma eventual passagem da ligação de monofásica a trifásica, bem como a facilitar o enfiamento fácil deste cabo. Para condutores de secções diferentes, devem ser utilizados os diâmetros de tubos definidos no quadro B1.

B1.2 Casos especiais

Em situações especiais, designadamente moradias geminadas, em banda ou edifícios bi-familiares com entradas independentes, mantém-se o princípio geral de utilização da portinhola, mas a E-REDES pode vir a dispensar a sua instalação, desde que a alimentação seja exclusiva e feita diretamente a partir de uma caixa de distribuição da rede subterrânea colocada no muro da propriedade do(s) cliente(s) (cf. DMA-C62-810), na qual é feita a proteção dos ramais contra as sobretensões, e desde que a respetiva caixa de contagem esteja situada na fachada da moradia (próxima da referida caixa de distribuição).

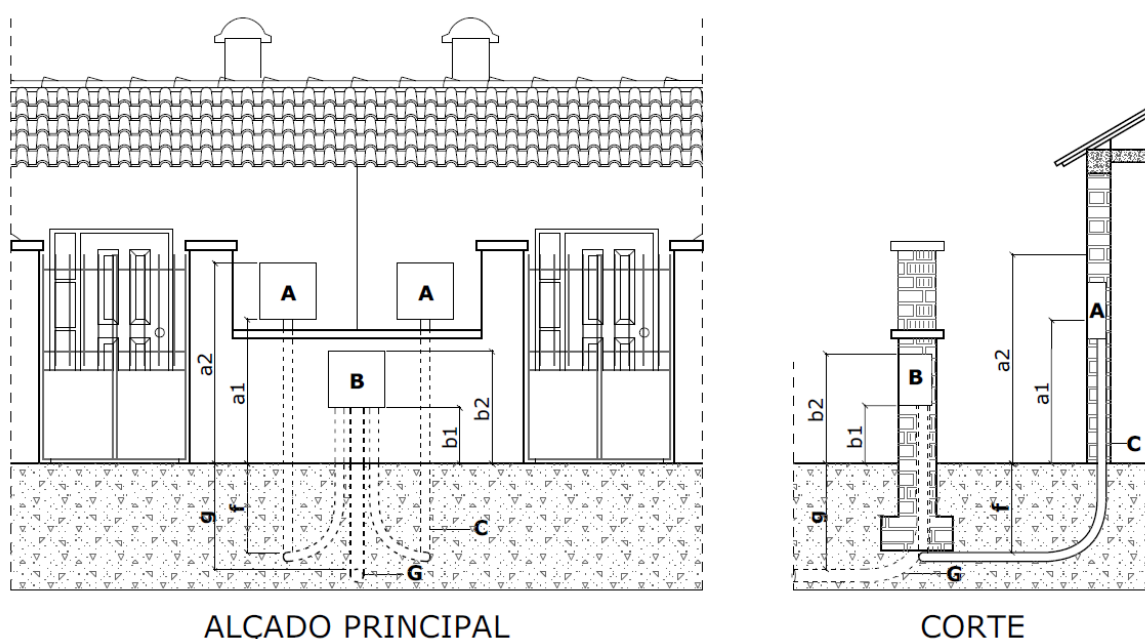


Figura B3 - Ligação a partir de rede subterrânea de moradias em banda geminadas ou bi-familiares dotadas de muro.

Sendo que:

- A - Caixa de contagem (acessível pelo exterior da habitação);
- B - Portinhola ou Caixa de distribuição da rede subterrânea (acessível pela via pública);
- C - Condução de ligação entre a portinhola e a caixa de contagem;
- G – Tubo PEAD 63 mm e IK 08 (em alternativa ao PEAD, dentro do muro poderá ser utilizado o tubo PVC com PN 6)
- a1 - 0,70 m / a2 - 1,70 m;
- b1 - entre 0,25 m e 0,80 m / b2 - 1,55 m;
- f / g – mínimo de 0,70 m.

B2. Edifícios com fachada confinante com a via pública (sem muro) e dotados de uma única instalação de utilização

Esta solução aplica-se aos casos de edifícios que não disponham de um muro e em que a sua fachada seja acessível a partir da via pública, ficando a portinhola e a caixa de contagem situadas uma por cima da outra e entrando o cabo subterrâneo na portinhola (B) através de um tubo (G).

A utilização do tubo PEAD de 63 mm de diâmetro destina-se a deixar a entrada na portinhola preparada para permitir a execução de ramais com cabo LSVAV 4x16 mm², independentemente de ser ou não monofásica a ligação a estabelecer, a fim de permitir, no futuro, uma eventual passagem da ligação de monofásica a trifásica, bem como a facilitar o enfiamento fácil deste cabo. Para condutores de secções diferentes, devem ser utilizados os diâmetros de tubos definidos no quadro 5.

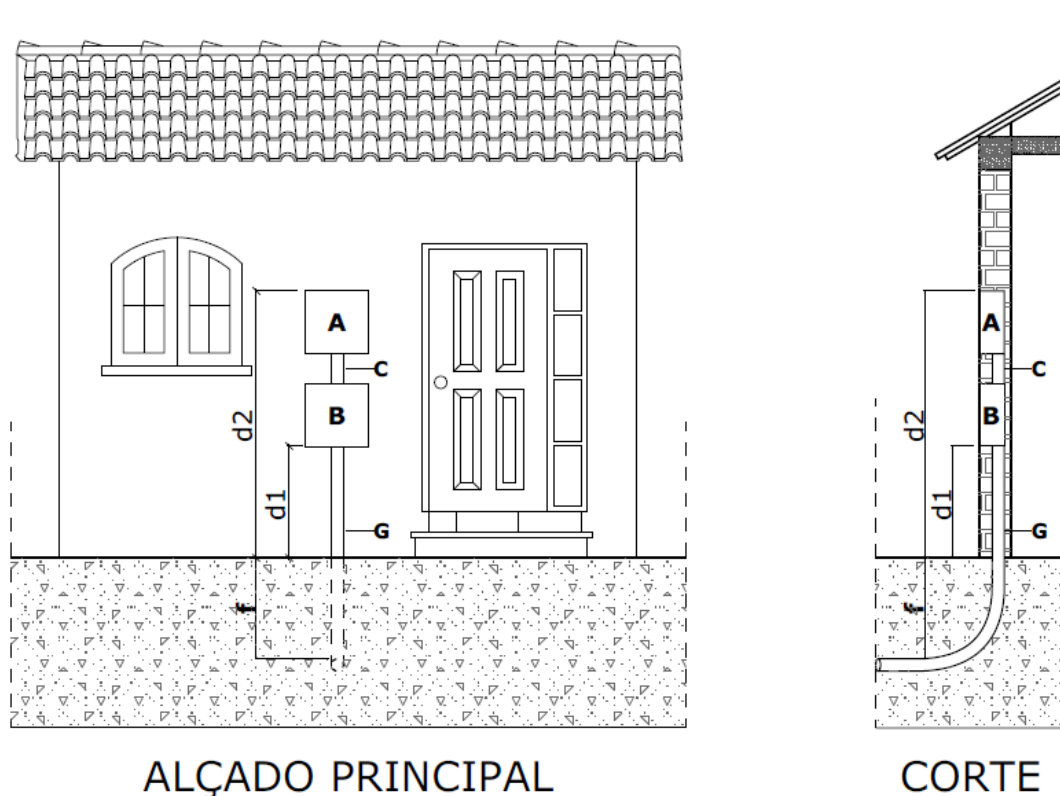


Figura B4 - Ligação a partir de rede subterrânea de edifícios com uma instalação de utilização sem muro (portinhola e caixa de contagem na fachada do edifício).

Sendo que:

- A - Caixa de contagem (acessível pelo exterior da habitação);
- B - Portinhola (acessível pela via pública);
- C - Tubo VD ou VM mínimo 40;
- G – Tubo PEAD 63 mm e IK 08 (em alternativa ao PEAD, dentro do muro poderá ser utilizado o tubo PVC com PN 6);
- d1 – entre 0,25 m e 0,80 m;
- d2 - 1,70 m;
- f – mínimo de 0,70 m.

B3. Edifícios coletivos

Em edifícios coletivos (mais do que uma instalação de utilização) a portinhola deve ser instalada na fachada exterior, em local acessível a partir da via pública, perto da entrada do edifício. Esta solução é preconizada com vista a permitir a existência de um local no exterior do edifício onde se possa estabelecer a fronteira entre a rede de distribuição e a instalação elétrica do cliente.

Em situações excepcionais devidamente autorizadas pela E-REDES, poder-se-á dispensar a instalação da portinhola, por exemplo, em edifícios com PT em que se considere que os fusíveis do quadro geral do PT que protegem a saída em causa desempenham a função da portinhola, ficando a fronteira localizada nos terminais de saída das bases dos fusíveis (o cabo e respetivos terminais dos condutores são propriedade do cliente).

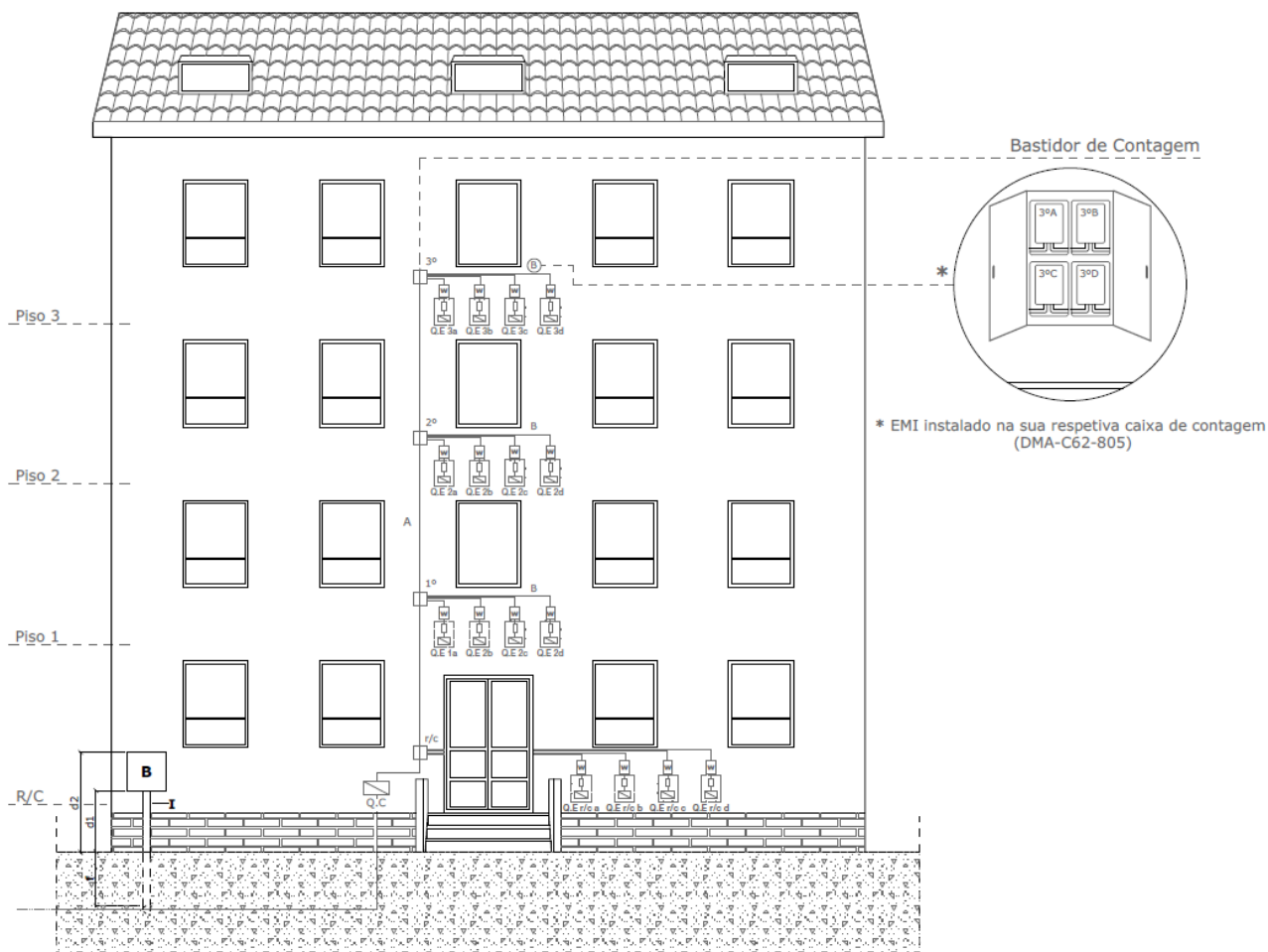


Figura B5 - Ligação a partir de rede subterrânea de edifícios coletivos sem muro (portinhola na fachada do edifício).

Sendo que:

- B - Portinhola (acessível pela via pública e instalada perto da entrada do edifício);
- I - Tubo PEAD 63 mm e IK 08 (em alternativa ao PEAD, dentro do muro poderá ser utilizado o tubo PVC com PN 6);
- d1 - Entre 0,25 m e 0,80 m;
- d2 - 1,55 m;
- f - Mínimo de 0,70 m.

B4. Instalações inseridas em edifícios com alimentação por ramal próprio

No caso de instalações inseridas em edifícios cuja alimentação não seja efetuada a partir do quadro de colunas (quando não existir acesso à instalação de utilização pelas zonas comuns do edifício ou se, por motivo devidamente justificado, se optar por alimentação autónoma), mas sim diretamente da rede através de um ramal exclusivo, deve ser instalada uma portinhola no exterior, acessível a partir da via pública.

B5. Condomínios fechados e edifícios funcionalmente interligados

Para os condomínios fechados e para as edificações que constituem conjuntos de edifícios funcionalmente interligados, as respectivas regras são as que se encontram estabelecidas no “Guia técnico das instalações estabelecidas em condomínios fechados”, publicado pela Direção Geral de Energia e Geologia e no DIT-C11-030 da E-REDES.

No que respeita ao fornecimento de energia, deve existir um ou vários pontos de entrega da energia, dependendo da dimensão do empreendimento, e uma fronteira estabelecida entre a rede de distribuição e a rede de distribuição privada, fronteira essa localizada na via pública ou em local permanentemente acessível ao pessoal da E-REDES a partir da via pública.

B6. Instalações com ligação em Baixa Tensão Especial (BTE)

No caso de instalações com ligação em Baixa Tensão Especial (BTE), com potências contratadas acima de 41,4 kVA e contagem indireta⁷, preconiza-se a utilização de uma Portinhola P400 e duas caixas – uma para colocação do armário de contagem e outra para colocação dos transformadores de corrente, conforme DMA-C62-701.

Um exemplo de aplicação é o apresentado na figura seguinte:

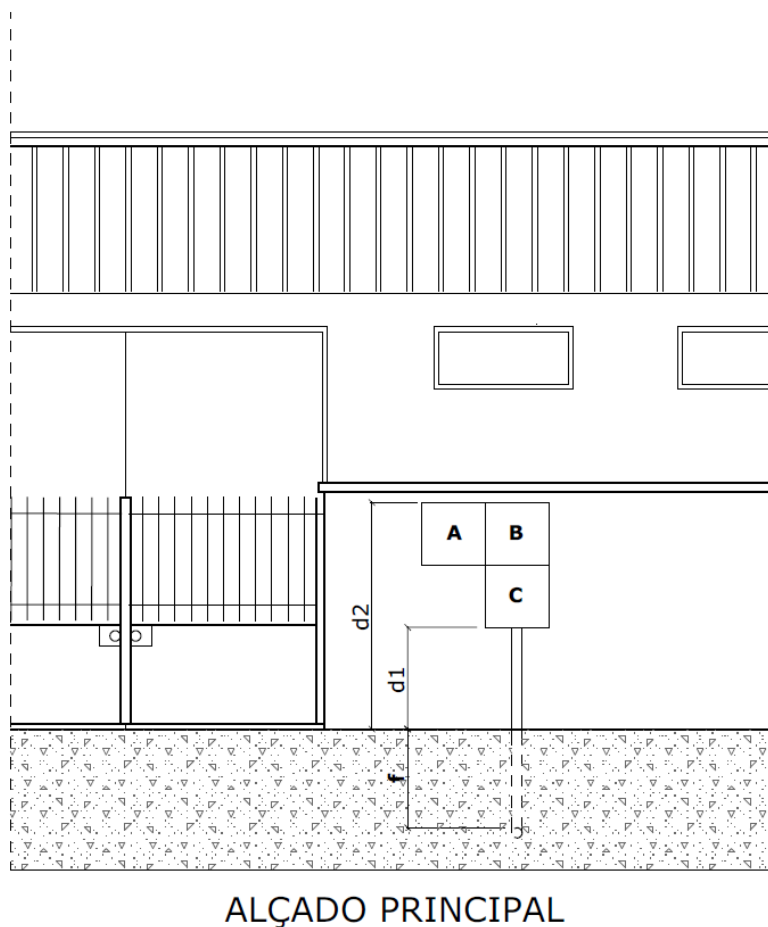


Figura B6 – Exemplo de configuração dos equipamentos, no caso de ligação a partir de rede subterrânea em BTE.

⁷ No caso de contagem direta, até 100 A, podem ser utilizados equipamentos normalizados semelhantes aos das ligações em BTN.

Sendo que:

- A - Caixa para colocação do equipamento de contagem;
- B - Caixa para colocação dos TC;
- C - Portinhola (acessível pela via pública);
- d1 - Entre 0,25 m e 0,80 m;
- d2 - 1,70 m;
- f - Mínimo de 0,70 m.

ANEXO C

NOTAS SOBRE DIMENSIONAMENTO DAS REDES BT

C1. Alguns critérios de dimensionamento das redes de BT

C1.1 Corrente máxima de serviço para o cabo ou condutor

A corrente de serviço de um cabo subterrâneo ou de um cabo torçada para rede aérea não pode, regulamentarmente, ser superior à corrente estipulada do aparelho de proteção (*fusível* ou *disjuntor*) que o protege contra sobreintensidades⁸⁾:

$$I_s \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

em que:

I_s - é a corrente de serviço na canalização (e que determina a capacidade de transporte do cabo ou condutor em regime permanente);

I_n - é o calibre do fusível, ou a corrente estipulada do disjuntor (antigamente conhecida por “corrente nominal”);

I_z - é a corrente máxima admissível na canalização, função não só da secção dos condutores do cabo subterrâneo ou do cabo torçada para rede aérea, como também do seu modo de colocação⁹⁾:

- cabos subterrâneos enterrados diretamente no solo, enterrados no solo mas colocado dentro de tubo numa extensão significativa (acima de 8 m) ou à vista, assente sobre braçadeiras ou protegido por tubo,
- cabos torçada para rede aérea tensos em apoios ou assentes sobre a fachada de edifícios;

I_f - é a corrente de funcionamento (fusão) do fusível, ou de funcionamento (disparo) do disjuntor.

Como para um fusível $I_f = 1,6 I_n^{10)}$, temos:

$$I_n \text{ Fusível} \leq 0,90625 I_z$$

Caso se utilize um disjuntor, em que $I_f = 1,35 I_n^{11)}$, temos:

$$I_n \text{ Disjuntor} \leq 1,074(074) I_z$$

Nos quadros C1 e C2 indicam-se os valores das correntes I_z e I_s para cada uma das situações normalizadas na E-REDES para a rede de baixa tensão, referentes a: (i) cabos subterrâneos armados (enterrados diretamente no solo, entubados e enterrados no solo, ou à vista fixados por braçadeiras); (ii) cabos torçada para redes aéreas. Apresentam-se também as características técnicas dos referidos cabos¹²⁾, bem como os

⁸⁾ Regulamentarmente, a corrente de serviço (I_s), que é a corrente que pode circular numa canalização em regime permanente, não pode ser superior ao valor de I_n , pelo que a potência máxima transportável por cada cabo é a que resulta, no máximo, da corrente estipulada do aparelho de proteção da canalização (*fusível* ou *disjuntor*)

⁹⁾ Os valores de I_z são os dos quadros 3.9 e 3.10 (cabos subterrâneos) e 3.13 do RSRDEEBT (cabos torçada aérea)

¹⁰⁾ De acordo com a Norma IEC 60269-1 e com o Quadro 13.1 do RSRDEEBT

¹¹⁾ De acordo com o Quadro 13.2 do RSRDEEBT

¹²⁾ Para efeitos da variação máxima de tensão (ΔU) com corrente máxima, o cabo funciona com a alma à temperatura limite admissível para o material isolante limitada pela atuação do fusível de proteção contra sobrecargas, que impede que esta seja ultrapassada, a resistência da alma condutora a usar para a determinação da impedância, deve ser a

calibres máximos dos fusíveis gG que os protegem contra sobreintensidades (i.e., sobrecargas e curto-circuitos), constituintes das proteções normalizados na E-REDES para utilização na rede de distribuição de baixa tensão.

C1.2 Variação máxima de tensão

De acordo com as disposições regulamentares, as variações de tensão (ΔV) em qualquer ponto da rede de distribuição não deverão ser superiores a 8% da tensão nominal (sendo recomendado que nas redes de distribuição em centros urbanos não excedam 5%)¹³⁾. No caso da regulação de tomadas do transformador de distribuição MT/BT, determinar o valor nominal de tensão entre fase e neutro de 230 V¹⁴⁾ no QGBT do posto de transformação, as grandezas “variação de tensão (ΔV)” e “queda de tensão (q.d.t.)” são coincidentes.

O valor máximo de variação de tensão poderá ocorrer num ponto extremo da rede de baixa tensão de serviço público, correspondente aos terminais de saída de uma portinhola, ou na ausência de ramal, nos terminais de saída de um armário de distribuição.

Para que o fornecimento de energia elétrica à instalação do cliente seja assegurado dentro das condições normativas máximas de 10% da tensão nominal¹⁵⁾, a secção da canalização constituinte da entrada deverá salvaguardar a diferença máxima de 2% a partir do termo da rede de distribuição, na situação de variação máxima de tensão de 8%.

Nos quadros C1 e C2 indicam-se os comprimentos máximos (L_{max}), em metros, para cada um dos tipos de cabos torçada aérea e cabos subterrâneos normalizados na E-REDES, em função da corrente de serviço (I_s) e da variação de tensão (de 1 % a 8 %), relativamente à tensão nominal (conforme Figura C1).

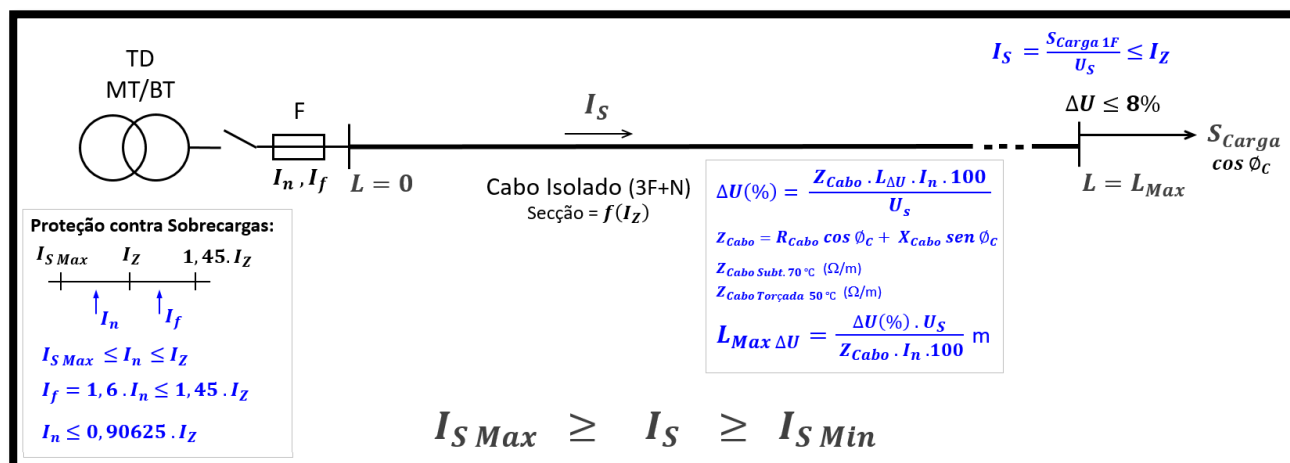


Figura C1 – Dimensionamento da proteção fusível na condição de variação máxima regulamentar de tensão (ΔV)

correspondente a essa temperatura máxima: (i) 70 °C para o policloreto de vinilo (PVC), no caso dos cabos subterrâneos; (ii) 50 °C para o polietileno reticulado (PEX), no caso dos cabos torçada aérea na condição de flecha máxima.

¹³⁾ Artigo 9º do RSRDEEBT

¹⁴⁾ Capítulo 4. 1 da NP EN 50160

¹⁵⁾ Capítulo 4.2.2.1 da NP EN 50160

Quadro C1

Cabos isolados em feixe (torçadas) para redes aéreas (0,6/1 kV) normalizados na E-REDES e respectivos comprimentos máximos para variações de tensão de 1% a 8%

Secção mm ²	R _{20°C} Ω/km	R _{50°C} Ω/km	X Ω/km	Z Ω/km	I _z A	I _n =I _s A	L _{max ΔV} (m)							
							1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
LXS 2 x 16 *	1,910	2,141	0,1	2,025	85	63	18	36	54	72	90	108	126	144
LXS 4 x 16 *	1,910	2,141	0,1	2,025	75	63	18	36	54	72	90	108	126	144
LXS 4 x 25 *	1,200	1,345	0,1	1,286	100	80	22	45	67	89	112	134	156	179
LXS 4 x 50 *	0,641	0,718	0,1	0,704	150	125	26	52	78	105	131	157	183	209
LXS 4 x 70 *	0,443	0,497	0,1	0,498	190	160	29	58	87	115	144	173	202	231
LXS 4 x 95 *	0,320	0,359	0,1	0,370	230	200	31	62	93	124	155	186	217	249

Secção - Secções e tipo dos condutores normalizados¹⁶⁾ em uso na E-REDES.

R_{20 °C}/R_{50 °C} - Resistência dos condutores a 20 °C e a 50 °C (50 °C - temperatura máxima da torçada isolada em polietileno reticulado (PEX) em rede aérea tensa em apoios).

Resistividade do alumínio a 20 °C (ρ_{AL 20 °C} = 28,264 Ω.mm²/km)

Coeficiente de variação térmica da resistividade do alumínio (α_{AL} = 0,00403 °C⁻¹)

X - Reatância dos condutores.

Z - Impedância dos condutores.

I_z - Corrente máxima admissível nos condutores, nas condições de instalação;

I_n - Corrente estipulada do fusível para proteger os condutores contra sobrecorrentes (I_f ≤ 1,45 I_z e I_f = 1,6 I_n , i.e., I_{n Fusível} ≤ 0,90625 I_z), que deverá ser superior ou igual a I_s.

I_s - Corrente de serviço (corrente de funcionamento dos condutores).

L_{max} - Comprimento máximo dos condutores para uma queda de tensão de 1 % a 8% e para uma corrente de serviço (I_s) igual ao calibre do fusível (I_n).

Quadro C2

Cabos isolados armados para enterramento direto no solo em redes subterrâneas (0,6/1 kV) normalizados na E-REDES e respectivos comprimentos máximos para variações de tensão de 1% a 8%

Secção mm ²	R _{20°C} Ω/km	R _{70°C} Ω/km	X Ω/km	Z Ω/km	I _z A	I _n =I _s A	L _{max ΔV} (m)							
							1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
LSVAV 2 x 16	1,910	2,295	0,1	2,168	95	80	13	27	40	53	66	80	93	106
LSVAV 4 x 16	1,910	2,295	0,1	2,168	90	80	13	27	40	53	66	80	93	106
LSVAV 4 x 35	0,868	1,043	0,1	1,005	130	100	23	46	69	92	114	137	160	183
LSVAV 4 x 95	0,320	0,384	0,1	0,394	235	200	29	58	88	117	146	175	204	233
LSVAV 3 x 185+ 95	0,164	0,197	0,1	0,220	355	315	33	66	100	133	166	199	232	265

¹⁶⁾ - Guia Técnico de Redes Aéreas de Baixa Tensão em Condutores Isolados Agrupados em Feixe (Torçada). DGE. Março 1991.

- Conforme Quadro 3.13 do RSRDEEBT

Secção - Secções e tipo dos cabos normalizados em uso na E-REDES.

$R_{20\text{ °C}}/R_{70\text{ °C}}$ - Resistência do cabo a 20 °C e a 70 °C (70 °C - temperatura máxima no isolamento em policloreto de vinilo (PVC)).

Resistividade do alumínio a 20 °C ($\rho_{AL\ 20\text{ °C}} = 28,264\ \Omega\cdot\text{mm}^2/\text{km}$)

Coeficiente de variação térmica da resistividade do alumínio ($\alpha_{AL} = 0,00403\text{ °C}^{-1}$)

X - Reatância dos condutores.

Z - Impedância do cabo.

I_z - Corrente máxima admissível no cabo, nas condições de instalação.

I_n - Corrente estipulada do fusível para proteger os cabos contra sobrecorrentes ($I_f \leq 1,45 I_z$ e $I_f = 1,6 I_n$, i.e., $I_{n\text{ Fusível}} \leq 0,90625 I_z$) que deverá ser superior ou igual a I_s .

I_s - Corrente de serviço (corrente de funcionamento do cabo).

L_{max} - Comprimento máximo dos condutores para uma queda de tensão de 1 % a 8% e para uma corrente de serviço (I_s) igual ao calibre do fusível (I_n).

C1.3 Seletividade das proteções

Para que haja seletividade entre proteções colocadas em série, é necessário garantir que, em caso de defeito, apenas atue o aparelho de proteção situado imediatamente a montante do defeito, permitindo, assim, que continuem a funcionar as canalizações situadas a montante dessa proteção e que não tenham sido afetadas por esse defeito.

Quando há fusíveis em série, como é o caso de canalizações derivadas de outras, em que é regulamentarmente obrigatório colocar proteções quando há mudanças de secção, para que haja seletividade na actuação desses fusíveis é necessário usar, nas derivações da rede (ou, em alternativa, nas canalizações principais) fusíveis cuja relação seja de 1:1,6¹⁷⁾ ou superior, o que é o mesmo que usar fusíveis com “saltos” nos valores normalizados da série e nunca fusíveis com valores seguidos dessa série¹⁸⁾.

Por exemplo, quando se usarem fusíveis de 315 A na canalização principal, a canalização derivada não poderá ter um fusível de calibre superior a 200 A, uma vez que o de 250 A não assegura a seletividade.

Ou seja, quando a canalização principal tiver uma secção de 185 mm² (LVAV 3x185+95, cujo fusível de proteção é de 315 A), nunca se poderá usar, como cabo derivado e por razões regulamentares relativas à aplicação deste critério, um cabo de 150 mm² (LVAV 3x150+70, cujo fusível de proteção é de 250 A), mesmo que essa fosse a secção do cabo a usar em resultado da aplicação dos outros dois critérios.

No caso das torçadas, também não é possível derivar, por exemplo, um feixe de condutores de 50 mm² (LXS 4x50, cujo fusível de proteção é de 125 A) de uma canalização de 70 mm² (LXS 4x70, cujo fusível de proteção é de 160 A).

Assim, quando, pela aplicação dos dois critérios anteriores, se for conduzido a uma situação destas, teriam que ser usados cabos ou condutores em torçada na canalização derivada, por questões de seletividade, com a

¹⁷⁾ De acordo com a Norma IEC 60269-2

¹⁸⁾ Os valores de I_n da série normalizada dos fusíveis mais usuais para a gama de secções dos cabos em uso são:

20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 – 80 – 100 – 125 – 160 – 200 – 250 – 315 A.

Há seletividade, no mínimo, entre os fusíveis da série sublinhados ou entre a dos fusíveis da série em itálico, não havendo seletividade entre os valores das duas séries, quando os valores em causa forem seguidos (por exemplo, 160 A e 125 A ou 315 A e 250 A são valores seguidos).

mesma secção que na canalização principal, sem que, a isso, corresponda, na ótica do RRC, a um sobredimensionamento da canalização, por se tratar do cumprimento de prescrições regulamentares de segurança das instalações.

C1.4 Comprimentos máximos protegidos contra curto-circuitos fase-neutro

De acordo com as disposições regulamentares aplicáveis, as canalizações elétricas devem ser protegidas contra sobreintensidade (sobrecargas e curto-circuitos)¹⁹⁾ por meio de corta-circuitos fusíveis ou disjuntores, exprimindo as condições técnicas que deverão ser satisfeitas para evitar qualquer deterioração da rede de baixa tensão.

A utilização de corta-circuitos fusíveis traduz-se numa arquitetura e operacionalização mais económica, mais compacta e tecnicamente mais simples da rede, associada a elevadíssima rapidez na supressão de sobreintensidades. A realização das funções de proteção contra sobrecargas e curto-circuitos por um mesmo dispositivo, como é o caso dos fusíveis do tipo gG, elimina a necessidade de coordenação entre dispositivos de proteção diferentes.

O Artigo 130 do RSRDEEBT indica as condições que têm de se verificar para assegurar a proteção contra curto-circuitos, referindo-se o seu número 1 à necessidade de garantir o corte desta corrente de defeito antes da canalização poder atingir o seu limite térmico máximo, traduzido pela correspondente corrente máxima admissível em regime permanente Iz. O número 2 do artigo, apresenta a expressão de cálculo do tempo de corte do aparelho de proteção que satisfaz a limitação térmica indicada no número anterior.

A característica de funcionamento de tempo inverso da proteção fusível, determina que quanto maior for o valor da corrente de curto-circuito menor será o tempo de corte (situação de máxima corrente de defeito aos terminais do QGBT de uma saída do posto de transformação, em que a impedância da canalização em defeito é mínima). À medida que a localização do defeito se afasta do QGBT, a impedância da canalização em defeito vai aumentando e a corrente de curto-circuito diminuindo (com o tempo de corte a aumentar). Haverá um comprimento máximo de afastamento do QGBT, em que a impedância da canalização em defeito se torna tão elevada que a corrente de curto-circuito se torna mínima, mas ainda assegurando a atuação da proteção fusível (trata-se do comprimento máximo da canalização ainda protegida pelo fusível). A partir deste comprimento máximo, qualquer defeito que ocorra na instalação apresenta um valor de corrente de curto-circuito que se confunde com uma corrente residual, para a qual a proteção se tornou cega e não atua, fazendo com que se instale no circuito um defeito em permanência, de baixa intensidade mas suficientemente perigoso como o chispar de um isqueiro, capaz de provocar graves danos a pessoas e bens, nomeadamente incêndios florestais.

Verifica-se que de entre os possíveis tipos de defeito que possam ocorrer na canalização de baixa tensão, são os defeitos fase-neutro que originam os menores valores de corrente de curto-circuito (e os maiores tempos de atuação da proteção). O Comentário 7 do Artigo 130 do RSRDBT, indica a expressão de cálculo do valor mínimo da corrente de curto-circuito fase-neutro capaz de fazer atuar a proteção, à qual corresponde o valor máximo da impedância de defeito da canalização, determinada pelo seu comprimento máximo.

As condições de cálculo da corrente de curto-circuito mínima correspondem à temperatura de 145 °C em regime adiabático e redução de 5% do valor da tensão nominal na fonte de alimentação (QGBT) da canalização²⁰⁾, Figura C2.

¹⁹⁾ Artigos 127º a 132º do RSRDEEBT

²⁰⁾ Comentário 7 do Artigo 130º e Quadros 13.3 a 13.7 do RSRDEEBT

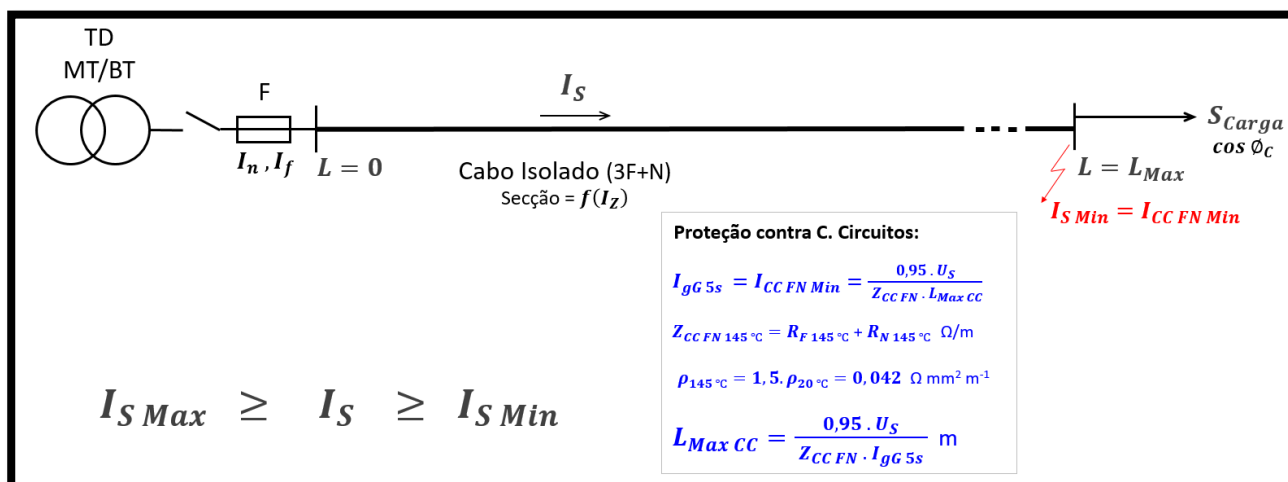


Figura C2 – Dimensionamento da proteção fusível na condição de corrente de defeito fase-neutro mínima (ICC FN Min) de atuação da proteção.

Nos quadros C3 e C4 indicam-se os comprimentos máximos ($L_{max ICC FN}$), em metros, na situação de defeito fase-neutro no extremo da canalização, para cada um dos tipos de cabos torçada aérea e cabos subterrâneos normalizados na E-REDES, em função dos calibres da proteção fusível. Tenha-se em atenção, que os valores dos comprimentos máximos indicados nestes quadros, só são válidos para a canalização principal protegida por fusíveis de cabeceira, instalados na fonte de alimentação (QGBT), os quais não possuem quaisquer outros a montante.

Quadro C3

Comprimentos máximos admissíveis (L_{max}) em cabos torçada aérea, em função dos calibres dos fusíveis (I_n) usados na proteção da canalização em caso de defeito FN

Secção mm ²	R _F 20°C Ω/km	R _N 20°C Ω/km	R _F 145°C Ω/km	R _N 145°C Ω/km	Z _{CC} 145°C Ω/km	I _z A	I _n A	I _{gG} 5s A	L _{max} Icc FN m
LXS 4 x 16	1,910	1,910	2,872	2,872	5,744	75	125	950	40
							100	580	65
							80	425	89
							63	320	118
							50	250	152
							40	190	200
							32	150	253
LXS 4 x 25	1,200	1,200	1,800	1,800	3,600	100	160	950	63
							125	715	84
							100	580	104
							80	425	142
							63	320	189
							50	250	242
							40	190	318
LXS 4 x 50	0,641	0,641	0,962	0,962	1,923	150	32	150	403
							200	1250	90
							160	950	119
							125	715	158
							100	580	195
							80	425	266
							63	320	354
LXS 4 x 70	0,443	0,443	0,665	0,665	1,329	190	50	250	453
							40	190	596
							32	150	755
							315	2200	74
							250	1650	99
							200	1250	131
							160	950	172
LXS 4 x 95	0,320	0,320	0,480	0,480	0,960	230	125	715	229
							100	580	282
							80	425	385
							63	320	512
							50	250	655
							40	190	863
							32	150	1093
LXS 4 x 120	0,240	0,240	0,360	0,360	0,720	270	315	2200	103
							250	1650	137
							200	1250	181
							160	950	238
							125	715	317
							100	580	391
							80	425	534
LXS 4 x 150	0,200	0,200	0,300	0,300	0,600	315	63	320	709
							50	250	908
							40	190	1194
LXS 4 x 180	0,167	0,167	0,250	0,250	0,500	360	32	150	1513

Nota: os valores de fusíveis de proteção contra curto-circuitos assinalados com **sombreado**, de calibre superior aos dos fusíveis de proteção contra sobrecargas, que estão assinalados a **negrito**, são indicados apenas para efeitos da aplicação dos comprimentos máximos na “regra do triângulo” em relação à proteção destas canalizações contra curto-circuitos em canalizações derivadas.

Quadro C4

Comprimentos máximos admissíveis (L_{max}) em cabos subterrâneos enterrados diretamente no solo, em função dos calibres dos fusíveis (I_n) usados na proteção da canalização em caso de defeito FN

Secção mm ²	$R_F 20^\circ\text{C}$ Ω/km	$R_N 20^\circ\text{C}$ Ω/km	$R_F 145^\circ\text{C}$ Ω/km	$R_N 145^\circ\text{C}$ Ω/km	$Z_{CC} 145^\circ\text{C}$ Ω/km	I_z A	I_n A	$I_{gG 5s}^{21)}$ A	$L_{max lcc FN}$ m
LSVAV 4 x 16	1,910	1,910	2,872	2,872	5,744	90	160	1600	23
							125	1200	31
							100	650	58
							80	425	89
							63	320	118
							50	250	152
							40	190	200
LSVAV 4 x 35	0,868	0,868	1,305	1,305	2,611	130	250	2100	39
							200	1500	55
							160	950	88
							125	715	117
							100	580	144
							80	425	196
							63	320	261
							50	250	334
LSVAV 4 x 95	0,320	0,320	0,481	0,481	0,962	235	315	2200	103
							250	1650	137
							200	1250	181
							160	950	238
							125	715	317
							100	580	391
							80	425	534
							63	320	709
LVAV 3 x 185 + 95	0,164	0,320	0,247	0,481	0,728	355	315	2200	136
							250	1650	181
							200	1250	240
							160	950	316
							125	715	419
							100	580	517
							80	425	706
							63	320	938

Nota: os valores de fusíveis de proteção contra curto-circuitos assinalados com **sombreado**, de calibre superior aos dos fusíveis de proteção contra sobrecargas, que estão assinalados a **negrito**, são indicados apenas para efeitos da aplicação dos comprimentos máximos na “regra do triângulo” em relação à proteção destas canalizações contra curto-circuitos em canalizações derivadas.

Quando uma canalização tiver um comprimento real inferior a $L_{max lcc FN}$ as canalizações derivadas em cascata poderão ter comprimentos máximos corrigidos em função do calibre do fusível, das impedâncias de cada derivação e das impedâncias de montante, que contribuem para a impedância total associada ao defeito fase-neutro.

²¹⁾ De acordo com a Norma IEC 60269-1

A coordenação entre as proteções contra sobrecargas e contra curto-circuitos deve ser feita nos moldes regulamentares. Isto significa, por exemplo, que pode usar-se, na origem de uma canalização principal, um fusível para a proteção contra curto-circuitos da canalização principal e das diversas canalizações dela derivadas, com um calibre superior ao que seria indispensável para a proteção contra sobrecargas de cada uma dessas canalizações derivadas desde que, em cada uma destas, exista um fusível com a função de proteção contra sobrecargas.

É o caso das derivações em “T” (sem fusíveis), em que o fusível da canalização principal assegura a proteção contra curto-circuitos das canalizações derivadas segundo a “Regra do Triângulo”²²⁾ e em que a proteção contra sobrecargas está localizada, por exemplo, na Portinhola ou num Armário de Distribuição.

Nos quadros C5 e C6 apresenta-se a comparação entre os comprimentos máximos $L_{\max \Delta V}$ na condição de variação máxima regulamentar de tensão (ΔV) e os comprimentos máximos $L_{\max CC FN}$ referentes à corrente de defeito fase neutro mínima $I_{CC FN Min}$ de atuação da proteção.

Quadro C5
Cabos isolados em feixe (torçadas) para redes aéreas (0,6/1 kV) normalizados na E-REDES e
comprimentos máximos para variações de tensão ΔV e defeito FN

S mm ²	R 20°C Ω/km	R 50°C Ω/km	X Ω/km	Z Ω/km	I _z A	I _n =I _s A	L _{Max ΔV} m								L _{max} I _{cc FN} m
							1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	
LXS 2 x 16	1,910	2,141	0,1	2,025	85	63	18	36	54	72	90	108	126	144	118
LXS 4 x 16	1,910	2,141	0,1	2,025	75	63	18	36	54	72	90	108	126	144	118
LXS 4 x 25	1,200	1,345	0,1	1,286	100	80	22	45	67	89	112	134	156	179	142
LXS 4 x 50	0,641	0,718	0,1	0,704	150	125	26	52	78	105	131	157	183	209	158
LXS 4 x 70	0,443	0,497	0,1	0,498	190	160	29	58	87	115	144	173	202	231	172
LXS 4 x 95	0,320	0,359	0,1	0,370	230	200	31	62	93	124	155	186	217	249	181

Quadro C6
Cabos isolados armados para enterramento direto no solo em redes subterrâneas (0,6/1 kV)
normalizados na E-REDES e comprimentos máximos para variações de tensão ΔV e defeito FN

S mm ²	R 20°C Ω/km	R 70°C Ω/km	X Ω/km	Z Ω/km	I _z A	I _n =I _s A	L _{Max ΔV} m								L _{max} I _{cc FN} m
							1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	
LSVAV 2 x 16	1,910	2,295	0,1	2,168	95	80	13	27	40	53	66	80	93	106	89
LSVAV 4 x 16	1,910	2,295	0,1	2,168	90	80	13	27	40	53	66	80	93	106	89
LSVAV 4 x 35	0,868	1,043	0,1	1,005	130	100	23	46	69	92	114	137	160	183	144
LSVAV 4 x 95	0,320	0,384	0,1	0,394	235	200	29	58	88	117	146	175	204	233	181
LVAV 3 x 185+ 95	0,164	0,197	0,1	0,220	355	315	33	66	100	133	166	199	232	265	136

²²⁾ Nº 2 do Artigo 131º do RSRDEEBT

Verifica-se pelos quadros C5 e C6, que os comprimentos máximos mais restritivos, correspondem à situação de defeito fase-neutro ($L_{\max \text{ Icc FN}}$), os quais permitem satisfazer também à condição de variação máxima regulamentar de tensão (ΔV).

Nestas condições, os comprimentos máximos a considerar para estabelecimento na rede aérea e subterrânea de baixa tensão dos cabos considerados, são os indicados nos quadros C3 e C4.

C1.5 Redução dos comprimentos máximos de proteção contra curto-circuito, para fusíveis em cascata

Encontrando-se nos quadros C3 e C4, os valores dos comprimentos máximos a considerar para os cabos aéreos torçada e cabos subterrâneos normalizados na E-REDES, a sua utilização só é válida para a canalização de saída do QGBT do posto de transformação, protegida por fusível de cabeceira (F1), conforme Figura C3 (a).

Nos casos de proteções fusíveis de canalizações de jusante (caso de F2 e F3 em cascata no circuito afetado por defeito fase-neutro na canalização a jusante de F3), os respectivos comprimentos máximos de proteção expressos nos quadros C3 e C4, vão ser reduzidos com base na contribuição da impedância de montante para o valor total da impedância limitadora da corrente de curto-circuito, conforme Figura C3 (b).

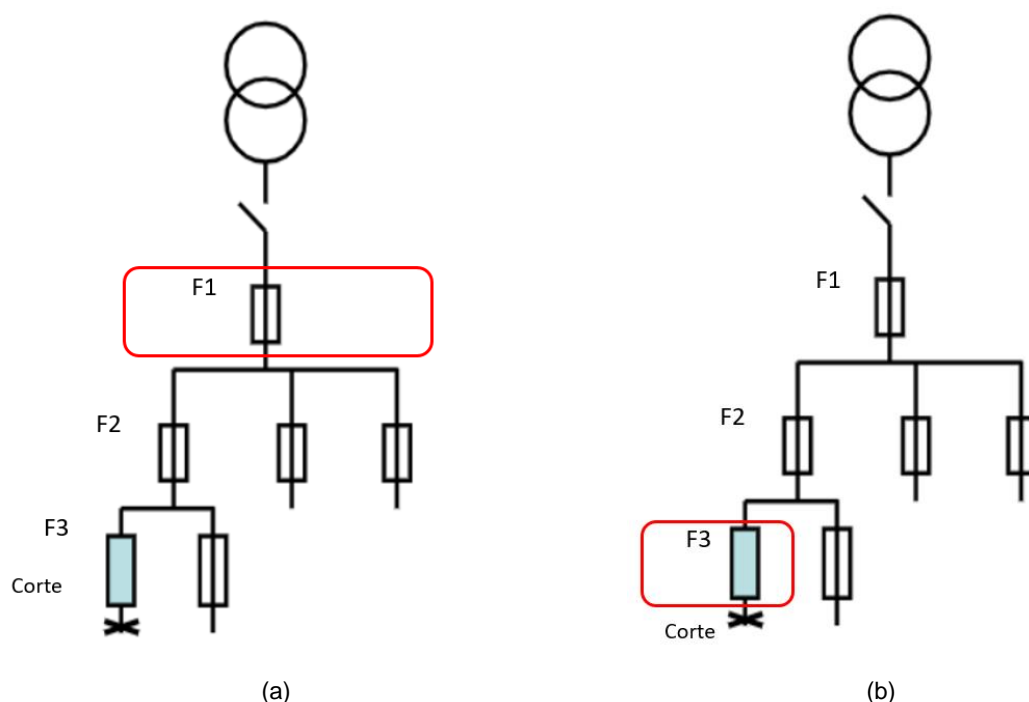


Figura C3 – Seletividade entre proteções fusíveis em cascata (F1, F2, F3) e salvaguarda dos comprimentos máximos das canalizações protegidas por fusíveis, na situação de defeito fase-neutro a jusante de F3.

(a) Fusível de cabeceira (F1) no QGBT do posto de transformação;

(b) Fusível (F3) numa canalização de jusante (existência de fusíveis a montante de F3).

Para determinação da referida redução de comprimentos máximos, podemos utilizar uma metodologia de cálculo analítico, ou uma metodologia de cálculo geométrico (conhecida por “Regra do Triângulo”²³⁾).

²³⁾ N.º 2 do Artigo 131.º do RSRDEEBT

Determinação analítica da redução dos comprimentos máximos:

Os comprimentos máximos protegidos pelo fusível de cabeceira e expressos nos quadros C3 e C4, foram calculados com base nas seguintes equações (caso de canalização elétrica k protegida por fusível a partir da Fonte de Alimentação, englobando a impedância de uma única canalização até ao local do defeito fase-neutro):

$$Z_{k \text{ c.c.}} \times L_{k \text{ max}} = 0,95 \times U_S / I_{\text{c.c.}} \quad (1)$$

$$\Rightarrow L_{k \text{ max}} = 0,95 \times U_S / (Z_{k \text{ c.c.}} \times I_{\text{c.c.}}) \quad (2)$$

À situação de fusíveis em cascata, corresponde ao somatório das impedâncias das canalizações em série desde a Fonte de Alimentação (QGBT) até ao local do defeito fase-neutro (caso de canalização elétrica k protegida por fusível em zona afastada da Fonte de Alimentação):

$$Z_{1 \text{ c.c.}} \times L_1 + Z_{2 \text{ c.c.}} \times L_2 + \dots + Z_{k \text{ c.c.}} \times L_k = 0,95 \times U_S / I_{\text{c.c.}} \quad (3)$$

A partir de (1) e (3), cujos 2.os membros são iguais, podemos exprimir L_k em função de $L_{k \text{ max}}$:

$$Z_{1 \text{ c.c.}} \times L_1 + Z_{2 \text{ c.c.}} \times L_2 + \dots + Z_{k \text{ c.c.}} \times L_k = Z_{k \text{ c.c.}} \times L_{k \text{ max}} \quad (4)$$

de onde,

$$L_k = L_{k \text{ max}} - Z_{1 \text{ c.c.}} \times L_1 / Z_{k \text{ c.c.}} - Z_{2 \text{ c.c.}} \times L_2 / Z_{k \text{ c.c.}} - \dots \quad (5)$$

Uma vez que são conhecidas todas as grandezas do 2.º membro de (5), fica determinado o valor do comprimento máximo (L_k) da canalização k sujeita à influência da rede a montante (entre a proteção fusível e a Fonte de Alimentação), Figura C4.

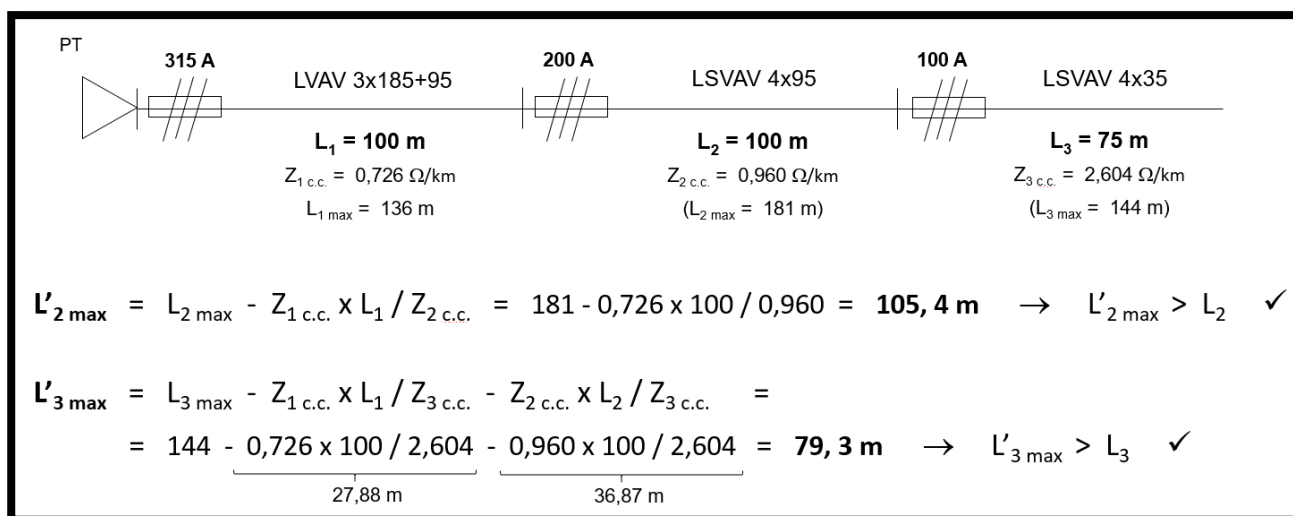


Figura C4 – Exemplo de aplicação da metodologia de cálculo analítico.

Caso algum dos comprimentos utilizados no circuito indicado na Figura C4, não estivesse protegido pela condição de comprimento máximo admissível para proteção contra curto-circuitos, teria de se proceder a redimensionamento das secções do circuito.

Determinação geométrica da redução dos comprimentos máximos (Regra do Triângulo):

Esta metodologia corresponde à representação geométrica do cálculo analítico realizado, Figura C5.

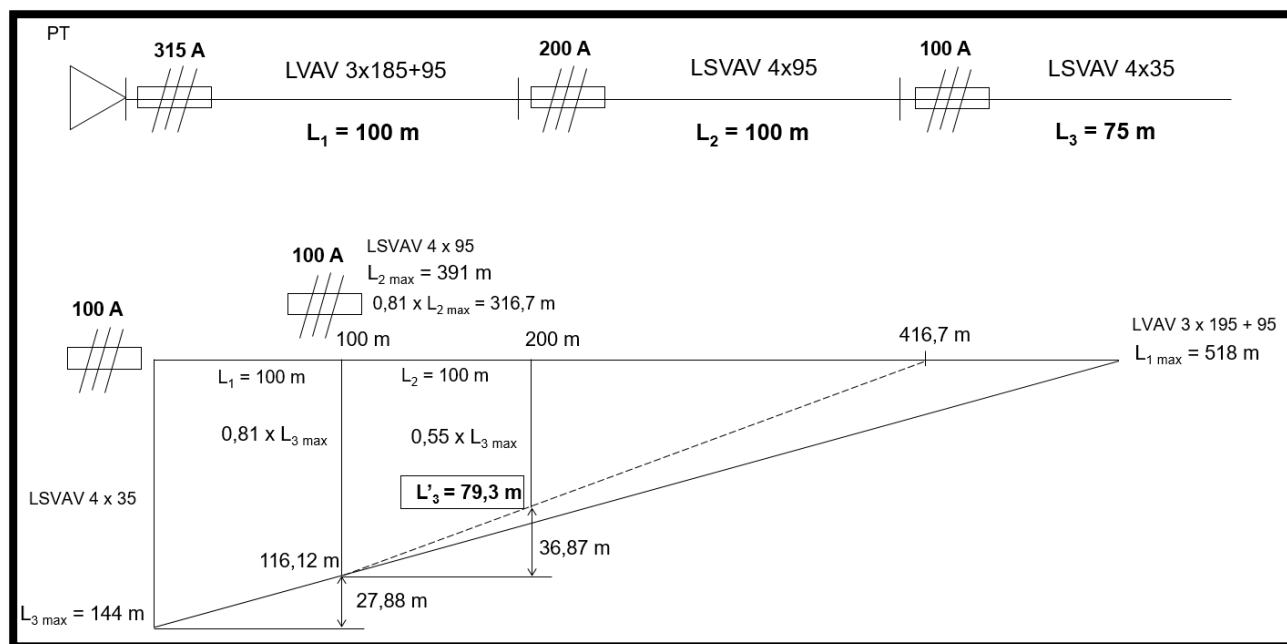


Figura C4 – Exemplo de aplicação da metodologia de cálculo geométrico, i.e., Regra do Triângulo.