

CADERNOS TÉCNICOS



Instalações edifícios e entradas

Canalizações e equipamentos eléctricos

Protecção contra sobreintensidades

Instalações colectivas e entradas

Sistemas de protecção de pessoas
contra choques eléctricos

Ligação à terra de sistemas de telecomunicações

Protecção de edifícios e estruturas contra
sobretensões atmosféricas

Exemplos

Introdução, 1

- 1.1 Designação simbólica de condutores isolados e cabos, 3
- 1.2 Correntes admissíveis, 5
- 1.3 Selecção das canalizações em função das influências externas, 6
- 1.4 Condutas circulares (tubos), 7
- 1.5 Execução de canalizações eléctricas: algumas regras, 7
- 1.6 Equipamentos eléctricos – características dos invólucros, 8

- 2.1 Protecção por fusíveis, 10
- 2.2 Protecção por disjuntores, 11
- 2.3 Regras gerais de protecção contra sobreintensidades, 12
 - 2.3.1 Protecção contra sobrecargas, 12
 - 2.3.2 Protecção contra curto-circuitos, 14

- 4.1 Princípios gerais de concepção, 18
- 4.2 Quadro de colunas, 20
- 4.3 Colunas montantes e entradas, 21
- 4.4 Caixas de coluna, 24
- 4.5 Serviços comuns, 25
 - 4.5.1 Alimentação de elevadores, 25
 - 4.5.2 Garagens colectivas, 25
 - 4.5.3 Instalações de bombagem de água, 25
 - 4.5.4 Instalações de emergência de segurança, 26
- 4.6 Equipamentos de contagem, 27

- 6.1 Eléctrodos de terra, 29
- 6.2 Condutores de terra, 30
- 6.3 Terminal principal de terra, 31
- 6.4 Condutores de protecção (PE), 31
- 6.5 Ligações equipotenciais, 32
 - 6.5.1 Ligação equipotencial principal, 33
- 6.6 Massas e elementos condutores, 33
- 6.7 Ligação à terra de antenas de televisão e de telecomunicações, 34

- 7.1 Dimensionamento de uma instalação colectiva de edifício, 34
- 7.2 Exemplo de ligação equipotencial principal em edifício colectivo, 37
- 7.3 Exemplo de sistema de terra das massas, 37

- 8.1 Critérios de decisão de protecção de edifícios, 39
- 8.2 Concepção das instalações, 40
- 8.3 Constituição dos sistemas de protecção, 40
 - 8.3.1 Dispositivos de captura, 42
 - 8.3.2 Condutores de descida, 42
 - 8.3.3 Sistema de terra, 43
 - 8.3.4 Ligações equipotenciais, 44
- 8.4 Protecção de sistemas de telecomunicações, 44

Anexo: Canalizações eléctricas – Correntes admissíveis, 45

Introdução

Instalações colectivas são instalações eléctricas em regra estabelecidas nas zonas comuns no interior dos edifícios tendo por objectivo abastecer as diversas instalações de utilização existentes, em geral exploradas por entidades diferentes

Estas instalações têm um troço comum com início numa ou mais portinholas ou no quadro de colunas e terminam nas entradas e, além daquele troço comum, são constituídas por:

- Quadro de colunas
- Colunas montantes
- Caixas de coluna
- Entradas.

As instalações de utilização das zonas comuns dos edifícios são abastecidas a partir de quadro eléctrico específico – quadro de serviços comuns – localizado junto à entrada do edifício e, sempre que possível, na proximidade do quadro de colunas.

Estas instalações são geralmente abastecidas a partir da rede de distribuição pública de energia eléctrica em baixa tensão e são do tipo trifásico (400 V).

No que se refere ao regime de neutro, para estas instalações, o esquema de ligações típico é o esquema TT.

A protecção de pessoas contra contactos indirectos é tipicamente realizada por meio de aparelhos diferenciais de sensibilidade adequada.

Nos edifícios de grande altura (altura superior a 28 metros) devem ser previstas instalações de segurança (iluminação, ventilação mecânica para desenfumagem dos caminhos de evacuação, sistemas de alarmes de incêndio).

1. Canalizações e equipamentos eléctricos

Canalizações eléctricas são os conjuntos constituídos por um ou mais condutores eléctricos e pelos elementos que garantem a sua fixação e, em regra, a sua protecção mecânica.

Condutores isolados são os conjuntos constituídos pela alma, pelo invólucro isolante e pelos eventuais ecrãs.

Cabos são os conjuntos constituídos por um ou mais condutores isolados, o seu eventual revestimento individual, os eventuais revestimentos de protecção e eventualmente um ou mais condutores não isolados.

A selecção do modo de instalação das canalizações, no que se refere a condutores e aos cabos, deve ter em conta:

- A natureza dos locais
- A natureza das paredes e dos outros elementos da construção que as suportam
- A tensão
- As solicitações electromecânicas presumíveis em caso de curto-circuito
- Outras solicitações que possam ser previsíveis durante a execução ou em serviço normal

e, ainda, os aspectos relacionados com:

- As ligações, extremidades e fixações
- A protecção contra as influências externas

A escolha da secção dos condutores deve ser efectuada tendo em atenção os seguintes parâmetros.

- A temperatura máxima admissível nos condutores
- A queda de tensão máxima admissível
- As solicitações electromecânicas que sejam susceptíveis de se produzirem em caso de curto-circuito

1.1 Designação simbólica de condutores isolados e cabos

Os condutores isolados e cabos são referidos por designações simbólicas constantes de normas nacionais e internacionais.

O Quadro 1 apresenta um resumo simplificado da simbologia utilizada nas designações dos condutores (NP 2361):

QUADRO 1

Síntese da designação de condutores e cabos isolados (NP 2361)

Características	Descrição	Símbolos
Normalização	• Harmonizado	H
	• Tipo nacional reconhecido	A
	• Tipo nacional não reconhecido	PT-N
Tensão	• 300 / 500 V	05
	• 450 / 750 V	07
Isolamento	• Borracha	R
	• Policloreto de vinilo	V
	• Polietileno reticulado	X
Forma	• Cabo circular	Sem letra
	• Cabo plano – condutores separáveis	H
	• Cabo plano – condutores não separáveis	H2

Características	Descrição	Símbolos
Natureza	• Cobre	Sem letra
	• Alumínio	-A
Flexibilidade	• Condutor flexível da classe 5	-F
	• Condutor flexível da classe 6	-H
	• Condutor ou cabo flexível para instalação fixa	-K
	• Condutor rígido circular cableado	-R
	• Condutor rígido sectorial cableado	-S
	• Condutor rígido maciço circular	-U
	• Condutor rígido maciço sectorial	-W
Composição	• Número de condutores	
	• Ausência de condutor verde-amarelo	X
	• Existência de condutor verde-amarelo	G
	• Secção do condutor (mm ²)	
	• Identificação por coloração	Sem letra
	• Identificação por algarismo	N

EXEMPLO

O cabo **H05VV-F3G2,5** é:

- um cabo harmonizado (H)
- para a tensão 300 / 500 V (05)
- com isolamento em PVC (V)
- com condutores de cobre flexíveis da classe 5 (-F)
- constituído por 3 condutores de 2,5 mm² de secção, sendo um deles o condutor de protecção (PE) (G)

Quando as secções das fases, do neutro e do condutor de protecção forem diferentes, a composição deve traduzir essa situação (por exemplo, ... 3 x 35 + 2G16).

O Quadro 2 apresenta alguns exemplos de equivalência entre as designações anteriores (NP 665 (1972)), ainda utilizadas com alguma frequência, e as actuais (NP 2361 (1984)):

Algumas equivalências entre a designação de condutores isolados e cabos de acordo com NP 2361 e NP 665

Designação segundo NP 2361 (1984)	Designação segundo NP 665 (1972)
H05V-U	V
H07V-U	
H07V-R	
H05V-K	FV FV
H07V-K	
A05VV-U	VV (a)
A05VV-R	
H03VV-F	FVV
H05VV-F	
PT-N05VVH2-U	VVD
H03VVH2-F	FFVD
H03VH-H	FFVD
H03RT-F	FBT
H05RR-F	FBB
H07RN-F	FBBN

(a) Continua a existir o cabo VV (0,6 / 1 kV) CEI 502 para utilização em redes de distribuição, nas canalizações enterradas e nas canalizações exteriores

Alguns exemplos de utilização de condutores isolados e cabos (Quadro 3):

QUADRO 3 Utilização de condutores e cabos (exemplos)		
Tipos de condutores e cabos	Modo de colocação	Utilização
H07V-U H07V-R H07V-K	<ul style="list-style-type: none"> • Canalizações à vista ou embebidas protegidas por condutas circulares (tubos) • Canalizações à vista protegidas por outras condutas 	Apropriados para instalações fixas protegidas, estabelecidas no interior de aparelhos de utilização de tensão não superior a 1000 V em corrente alternada e 750 V em corrente contínua
H05V-U H05V-R	<ul style="list-style-type: none"> • No interior de aparelhos de utilização em instalações fixas protegidas 	Apropriados para canalizações à vista ou embebidas, protegidas por tubos para circuitos de sinalização ou controlo
A05VV-U A05VV-R	<ul style="list-style-type: none"> • Canalizações fixas em locais secos ou húmidos 	Não apropriados para instalações exteriores, nem embebidos no betão
H03VH-Y	<ul style="list-style-type: none"> • Ligação de aparelhos portáteis leves (máquinas de barbear, por exemplo) 	Não apropriados para ligação de aparelhos de cozinha ou de aquecimento
H05VV-F H05VVH2-F	<ul style="list-style-type: none"> • Ligação de aparelhos domésticos 	<p>Apropriados para ligação de aparelhos de cozinha e de aquecimento em locais de habitação, cozinhas e escritórios, desde que não haja risco de contacto com partes quentes ou de radiações</p> <p>Não apropriado para utilização no exterior em estabelecimentos industriais ou de usos agrícolas para alimentação de ferramentas portáteis não domésticas</p>

1.2 Correntes admissíveis

A vida útil dos condutores e do seu isolamento dependerá dos esforços térmicos que virem a suportar, isto é, do aquecimento provocado pela passagem da corrente de serviço.

Assim sendo, a corrente que percorre um dado condutor de forma contínua em condições especificadas deverá ser tal que a sua temperatura máxima de funcionamento não seja superior àquela que é estabelecida pelas características do isolamento, por exemplo, 70 °C para o policloreto de vinilo (PVC) e 90 °C para o polietileno reticulado (XPPE) ou o etileno-propileno (EPR) (NP 2356, NP 2357 e NP 2365 (CEI 502)).

O critério base de escolha da secção de um condutor ou cabo consiste na verificação de que a corrente de serviço previsível é igual ou inferior à corrente máxima admissível para a canalização, calculada da forma atrás referida

As correntes admissíveis para condutores e cabos dependem do tipo de isolamento, da alma, do número de condutores carregados e da secção, para uma dada temperatura ambiente de referência (30 °C) e são indicados na regulamentação de segurança e/ou nos catálogos dos fornecedores.

Para determinação das correntes admissíveis reais na instalação, aqueles valores (I'_z) deverão ser multiplicados por factores que tenham em conta, entre outros, os seguintes parâmetros:

- Factores de correcção associados ao modo de colocação (K_1)
- Factores de correcção associados à temperatura ambiente (K_2)
- Factores de correcção para agrupamentos de condutores e cabos (K_3)

Assim sendo, o valor da corrente admissível real a considerar (I_z) será obtida a partir da expressão a seguir indicada:

$$I_z = I'_z \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

No Anexo 1 são apresentados alguns exemplos de correntes admissíveis e de factores de correcção com utilização frequente.

1.3 Selecção das canalizações em função das influências externas

Algumas das influências externas têm impacto na selecção das canalizações. São elas:

- Temperatura ambiente (AA)
- Presença de água (AD)
- Presença de corpos sólidos (AE)
- Presença de substâncias corrosivas ou poluentes (AF)
- Impactos (AG), vibrações (AH) ou outras solicitações mecânicas (AJ)
- Presença de fauna (AL), flora ou bolores (AK)
- Radiação solar (AN)
- Efeitos sísmicos (AP)
- Movimentos do ar (AR)
- Estrutura dos edifícios (CB)
- Resistência eléctrica do corpo humano (BB)
- Contactos das pessoas com o potencial da terra (BC)
- Evacuação de pessoas em caso de emergência (BD)
- Natureza dos produtos tratados ou armazenados (BE)
- Materiais de construção (CA)

O Quadro 4 apresenta exemplos da consideração das influências externas na selecção de canalizações:

QUADRO 4 Exemplos de selecção de canalizações em função das influências externas			
Influências externas	Critério base de selecção	Canalizações	Restrições à utilização
Temperatura ambiente (AA)	A temperatura ambiente mais elevada não deverá ser superior à temperatura limite de funcionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Canalizações em PVC (utilizáveis até 70 °C) • Canalizações em XLPE e EPR (utilizáveis até 90 °C) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sem restrições
Presença de água (AD)	<ul style="list-style-type: none"> • As canalizações devem possuir um índice de protecção (IP) adequado de forma que não sofram danos devidos à penetração de água • As canalizações devem garantir a evacuação da água acumulada ou condensada 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de cabos com bainhas ou invólucros isolantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização em instalações fixas
Resistência eléctrica do corpo humano (BB)	<ul style="list-style-type: none"> • As canalizações devem ser compatíveis com as condições de resistência do corpo humano (Normal - Baixa - Muito baixa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de qualquer tipo de canalizações • Utilização de canalizações da classe II (a) ou cabos com bainha metálica ligada à terra em condutas isolantes • Utilização de canalizações da classe II (a) em condutas isolantes 	<ul style="list-style-type: none"> • Condições BB1 (b) • Condições BB2 (c) • Condições BB3 (d)

(a) São considerados da classe II os cabos que não possuem bainhas ou armaduras metálicas e que sejam usados a uma tensão não superior a metade da sua tensão estipulada

(b) Pele seca ou húmida e resistência do solo elevada, em locais húmidos ou molhados

(c) Pele molhada resistência do solo baixa, sem calçado e em locais molhados

(d) Corpo humano imerso

1.4 Condutas circulares (tubos)

Neste tipo de instalações eléctricas, a utilização de condutas circulares (tubos) é muito frequente. As características principais e alguns modos de utilização de tubos em instalações eléctricas são apresentados no Quadro 5:

Tubos para instalações eléctricas: características principais

Tipos (c)	Flexibilidade	Cor	Material	Utilização	Protecção contra impactos (AG)
VD	Rígido	Creme	PVC	Instalações embebidas (a) e à vista	IK 07
VM	Maleável	Creme	PVC	Instalações embebidas (a)	IK 07
VRM	Maleável	Cinzento	PVC	Instalações embebidas e à vista Em regra embebidos durante a betonagem em construção com estrutura laminar (construção túnel)	IK 08
ERM (b)	Maleável	Cinzento	PE	Instalações embebidas e à vista Em regra embebidos durante a betonagem em construção com estrutura laminar (construção túnel)	IK 08

(a) Só podem ser instalados antes da execução dos elementos da construção se não ficarem sujeitos a acções mecânicas importantes durante a construção

(b) Estes tubos deverão ser de cor laranja quando combustíveis (propagadores da chama). Neste caso, devem ser totalmente embebidos em materiais incombustíveis não podendo qualquer troço ser instalado à vista ou directamente nos espaços ocultos das construções

(c) Designações de acordo com a NP 1 070 (1984)

O código IK (NP EN 50 102) é definido por um dígito que indica o grau de protecção contra impactos – AG, variável de 00 a 10 (Quadro 7).

1.5 Execução de canalizações eléctricas: algumas regras

São de relevar as seguintes regras gerais na execução de canalizações eléctricas:

- Os condutores dos circuitos em corrente alternada colocados dentro de tubos metálicos devem ser instalados por forma que todos os condutores de cada circuito se encontrem dentro do mesmo tubo
- Num tubo, conduta ou compartimento de uma calha, em regra, devem existir apenas condutores de um mesmo circuito de energia (a regra não é aplicável a circuitos de telecomunicações ou serviços análogos). No entanto, podem ser instalados mais do que um circuito desde que:
 - todos os condutores sejam isolados para a tensão nominal mais elevada dos circuitos em causa
 - todos os circuitos tenham a montante o mesmo dispositivo de comando e protecção
 - os condutores de fase tenham a mesma secção. Caso contrário, a diferença de secções não deverá ultrapassar mais de três valores normalizados sucessivos
 - cada circuito esteja protegido separadamente contra sobreintensidades
- A protecção contra influências externas deve ser garantida de forma contínua ao longo do percurso da canalização
- As condutas propagadoras de chamas (cor alaranjada) não podem ser instaladas à vista
- Nas canalizações enterradas, apenas podem ser utilizados:
 - cabos dotados de armadura em aço e de uma bainha estanque colocada sob essa armadura (instalados directamente no solo)
 - cabos sem armadura mas dotados de bainha de espessura adequada (instalados directamente no solo) desde que seja colocada uma protecção mecânica independente contra os impactos mecânicos resultantes de ferramentas portáteis
 - outros cabos com a condição de serem protegidos por condutas ou dispositivos equivalentes contra impactos mecânicos

- As canalizações enterradas devem ser instaladas em terreno normal e, em regra, a uma distância mínima da superfície do solo de 60 cm, distância essa que deverá ser aumentada para 1 m nas travessias de vias acessíveis a automóveis
- A distância mínima entre canalizações enterradas que cruzem e entre estas e condutas de água, gás, hidrocarbonetos, ar comprimido ou vapor enterradas deve ser em regra de 20 cm
- As canalizações enterradas devem ser sinalizadas por meio de dispositivos não degradáveis colocados a uma distância mínima destas de 10 cm.

1.6 Equipamentos eléctricos - características dos invólucros

A escolha do invólucro de um equipamento eléctrico é determinada, entre outros critérios, em função da envolvente, em particular das influências externas a considerar.

As características dos invólucros em relação às influências externas são definidas a partir de códigos:

IP XX (NP EN 60 529)

IK XX (NP EN 50 102)

O código IP é definido por dois dígitos : o primeiro indica o grau de protecção contra a presença de corpos sólidos estranhos – AE (variável de 0 a 6); o segundo indica o grau de protecção contra a presença de água - AD (variável de 0 a 8) – Quadro 6:

O código IK é definido por um dígito indicando o grau de protecção contra impactos – AG (variável de 00 a 10) – Quadro 7):

Invólucros de equipamentos eléctricos: códigos IP

Códigos	Classe de influências externas	Graus de protecção mínimos
AE1	Desprezável	IP0X
AE2	Pequenos objectos ($\leq 2,5$ mm)	IP3X
AE3	Objectos muito pequenos (< 1 mm)	IP4X
AE4	Poeiras ligeiras	IP5X ou IP6X
AE5	Poeiras médias	IP5X ou IP6X
AE6	Poeiras abundantes	IP5X ou IP6X
AD1	Desprezável	IPX0
AD2	Gotas de água	IPX1
AD3	Chuva	IPX3
AD4	Projecção de água	IPX4
AD5	Jactos de água	IPX5
AD6	Jactos de água forte ou massas de água	IPX6
AD7	Imersão temporária	IPX7
AD8	Imersão prolongada	IPX8

As características dos invólucros actualmente consideradas diferem substancialmente das estabelecidas anteriormente pela NP 999 (1979).

Invólucros de equipamentos eléctricos: códigos IK

Códigos	Classe de influências externas	Graus dos equipamentos e a sua instalação
AG1	Fracos	IK02
AG2	Médios	IK07
AG3	Fortes	IK08 a IK10

EXEMPLO

Características de invólucros (graus de protecção mínimos)**Locais de habitação:**

- Conjuntos de aparelhagem (quadros eléctricos): IP 20 – IK 02
- Equipamentos para utilização no volume 2 de casas de banho: IP 23

As características dos invólucros actualmente consideradas diferem substancialmente das anteriormente estabelecidas pela NP 999 (1979).

De acordo com a Norma Portuguesa referida, os invólucros eram classificados por um código do tipo

IP XXX

em que:

- 1º. Dígito: Grau de protecção contra contactos com peças sob tensão ou em movimento e contra a penetração de corpos sólidos estranhos e poeiras (K)
- 2º. Dígito: Grau de protecção contra a penetração de líquidos (H)
- 3º. Dígito: Grau de protecção contra acções mecânicas (M)

Exemplos para comparação das codificações anteriormente utilizadas e actuais são apresentados no Quadro 8:

QUADRO 8

Codificação de invólucros de equipamentos eléctricos: exemplos para comparação entre as NP EN 50 102, NP EN 60 529 e NP 999

Utilização dos locais	Codificação anterior (NP 999)		Codificação actual (NP EN 50 102 / 60 529)	
	Ambientes locais	Graus de protecção	Influências externas	Graus protecção
Locais habitacionais – salas, quartos, corredores e outros compartimentos com solo não condutor, sótãos	SRE	IP 201 / 203	AA4 / AB4 / BC2 / Classe 1	IP 21
Casas de banho ventiladas (a)	THU	Geral: IP 211 VP: IP 31	AA4 / AB4 / AD2 – AD7 / BB2 – BB3 / BC3 / Classe 1	IP 21 / 27
Casas de banho mal ventiladas (a), (b)	HUM	Geral: IP 213 / 215 VP: IP 231	AA4 / AB4 / AD2 – AD7 / BB2 – BB3 / BC3 / Classe 1	IP 21 / 27
Locais inundáveis por lavagem frequente com jactos de água, pátios e terraços descobertos	MOL	IP 233 / 241 / 251	AA4 / AB4 / AD5 / BB2 / BC3 / Classe 1	IP 25

VP - Volume de protecção

(a) Deverá ser sempre respeitada a interdição imposta para a instalação/utilização de materiais e equipamentos eléctricos no volume de interdição (VI) das casas de banho.

(b) Influências externas variáveis em função dos volumes convencionais a considerar

2. Protecção contra sobreintensidades

Sobreintensidade é uma corrente cujo valor é superior ao da corrente estipulada. Tratando-se de condutores, a corrente estipulada é igual ao valor da corrente admissível.

Corrente admissível é o valor máximo de corrente que pode percorrer em permanência um condutor em dadas condições sem que a sua temperatura em regime permanente ultrapasse um valor especificado.

As sobreintensidades podem assumir duas formas:

- *Intensidade de sobrecarga*: sobreintensidade que se produz num dado circuito na ausência de defeito
- *Intensidade de curto-circuito*: sobreintensidade que resulta de um defeito de impedância desprezável entre condutores activos que em serviço normal apresentem uma diferença de potencial

Os objectivos de protecção contra sobreintensidades e as medidas práticas a tomar são as seguintes (Quadro 9):

QUADRO 9 Objectivos e medidas de protecção contra sobreintensidades		
Tipo sobreintensidade	Objectivos da protecção	Medidas
Sobrecargas	<p>Impedir o funcionamento das canalizações e dos aparelhos associados acima dos valores máximos admissíveis ou estipulados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problemas a evitar: fadiga das componentes/redução da vida útil/aumento do risco de incidentes e de acidentes 	<ul style="list-style-type: none"> • O corte automático de um circuito antes que a sobreintensidade atinja um valor perigoso, tendo em conta a sua duração • A limitação do valor máximo da sobreintensidade a um valor seguro, tendo em conta a sua duração
Curto - circuitos	<p>Evitar a deterioração das características (mecânicas, de isolamento) ou mesmo das canalizações, da aparelhagem associada e dos equipamentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Problemas a evitar: destruição das componentes/incidentes e acidentes 	<ul style="list-style-type: none"> • O corte automático de um circuito antes que a sobreintensidade atinja um valor perigoso, tendo em conta a sua duração • A limitação do valor máximo da sobreintensidade a um valor seguro, tendo em conta a sua duração

Nas instalações colectivas de edifícios e entradas, a protecção contra sobreintensidades é, em regra, garantida pela instalação de fusíveis.

2.1 Protecção por fusíveis

Fusível é um aparelho cuja função é a de interromper, por fusão de um ou mais elementos concebidos e calibrados para o efeito, o circuito no qual está inserido, cortando a corrente quando esta ultrapassar, num tempo suficiente (tempo convencional), um dado valor.

As características técnicas dos fusíveis são as seguintes:

- *Corrente estipulada*: valor de corrente a partir da qual são determinadas as condições de funcionamento
- *Corrente convencional de não funcionamento*: valor especificado de corrente que pode ser suportada num tempo especificado (tempo convencional) sem provocar o seu funcionamento

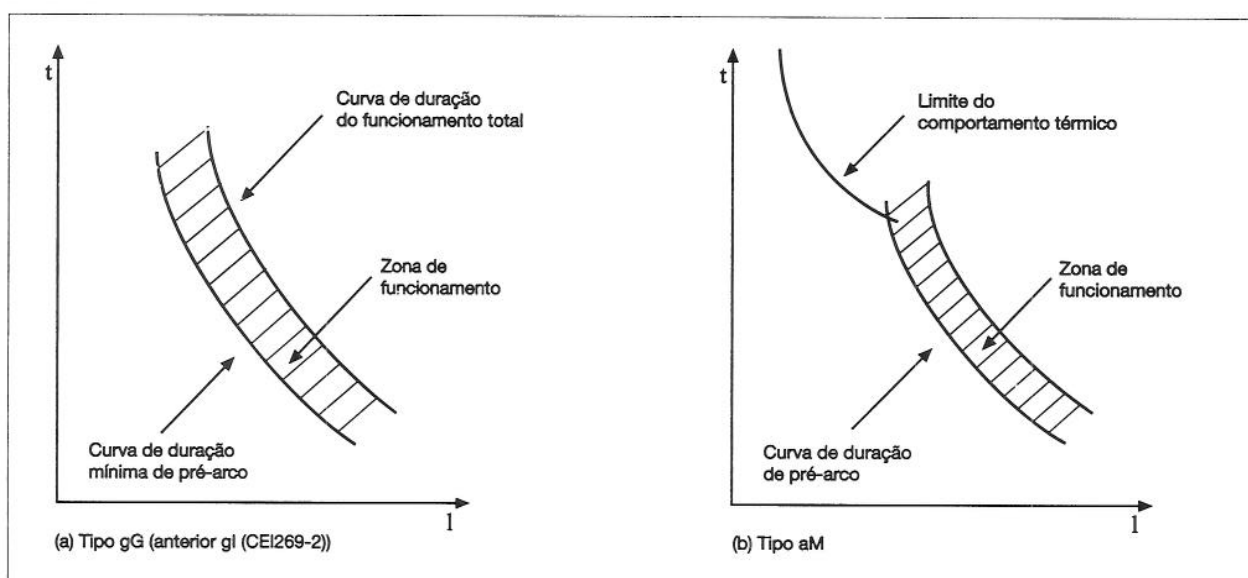
- *Corrente convencional de funcionamento*: valor especificado de corrente que provoca o funcionamento antes do final de um tempo especificado (tempo convencional)
- *Zona de funcionamento*
- *Poder de corte*: valor da corrente que o dispositivo é capaz de cortar a uma dada tensão especificada e em condições prescritas de emprego e de funcionamento
- *Tipo e dimensões de bases e dos elementos de substituição*

D acordo com a norma europeia EN 60 269 – Fusíveis de baixa tensão são definidos dois tipos de elementos de substituição:

- Tipo gG: para usos gerais e protecção contra curto-circuitos e sobrecargas (NP 3524)
- Tipo aM: para usos gerais e protecção **exclusiva** contra curto-circuitos

A Fig. 1 apresenta as zonas de funcionamento para cada um dos tipos:

Fusíveis: zonas de funcionamento



O poder de corte isto é, o valor da corrente que o dispositivo é capaz de cortar a uma dada tensão especificada e em condições prescritas de emprego e funcionamento é superior a 100 kA.

No que se refere a tamanhos de bases, existem várias normas nacionais, sendo a mais vulgarizada a norma DIN 43 620 (Alemanha) que prevê tamanhos de 00 a 4.

2.2 Protecção por disjuntores

Disjuntor é um aparelho mecânico de conexão capaz de estabelecer, suportar e de interromper correntes nas condições normais do circuito e ainda de estabelecer, suportar num tempo especificado e de interromper correntes em condições anormais especificadas para o circuito, tais como as correntes de curto – circuito.

As características técnicas principais de um disjuntor, tendo em vista a sua escolha são:

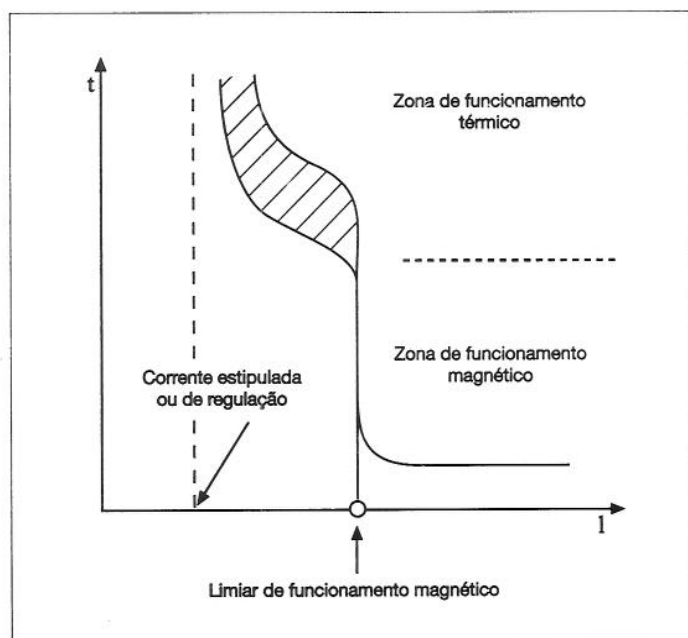
- *Corrente estipulada ou de regulação* (vulgarmente designada e conhecida por calibre)
- *Corrente convencional de não funcionamento*
- *Corrente convencional de funcionamento*
- *Poder de corte*

Em termos simples, o poder de corte de um disjuntor indica o valor máximo de corrente de curto-circuito que é capaz de interromper em condições especificadas, continuando a manter a aptidão para assegurar convenientemente as suas funções.

Neste tipo de instalações eléctricas, os níveis previsíveis de curto – circuito não são significativos, podendo considerar-se o valor 6 kA como indicativo.

A Fig. 2 apresenta a zona de funcionamento típica de um disjuntor equipado com disparadores dos tipos térmico e magnético:

FIGURA 2 Disjuntor magneto – térmico: zona de funcionamento típica



As características técnicas dos disjuntores são estabelecidas genericamente nas seguintes Publicações e Normas

- CEI 947 – 1: Regras gerais , CEI 947 – 2: Disjuntores
- CEI 898: Disjuntores para instalações domésticas ou análogas
- Normas Europeias: EN 60 947 – 1, EN 60 947 –2, EN 60 – 898 e EN 61 009 – Disjuntores diferenciais com protecção incorporada contra sobreintensidades)
- Normas Portuguesas: NP 3510, NP EN 60 947, NP EN 60 898 e NP EN 61 009.

Consoante os fabricantes, tendo em conta as zonas características de funcionamento, podem definir-se vários tipos de disjuntores, por exemplo dos tipos L, U da NF C 61 400.

2.3 Regras gerais de protecção contra sobreintensidades

A protecção simultânea contra curto-circuitos e sobrecargas pode ser assegurada por disjuntores magneto – térmicos (equipados com relés sensíveis à sobrecarga (térmicos) e sensíveis a máximos de corrente (magnéticos) com capacidade de interrupção de qualquer valor de corrente de curto-circuito de valor não superior ao da corrente de curto-circuito presumida.

As regras gerais de protecção contra sobreintensidades são as seguintes:

- A interrupção do circuito em defeito deverá ser efectuada num tempo total compatível com as restrições térmicas e electrodinâmicas (no caso de curto-circuito) das canalizações e equipamentos a proteger;
- O poder de corte do dispositivo de protecção deverá, no mínimo, ser igual à corrente de curto-circuito mais desfavorável presumida para o local (curto-circuitos)

Tendo em vista a limitação das perturbações resultantes da ocorrência de uma sobreintensidade nas instalações eléctricas (eficácia da protecção), deverá ter-se em conta uma eficaz selectividade entre dispositivos de protecção, isto é, em caso de sobreintensidade, deve apenas funcionar o dispositivo destinado à protecção da parte da instalação onde ocorrer o defeito.

A selectividade deverá ser garantida não só quando existirem dispositivos de protecção em série (vertical), mas também a nível horizontal (selecção de circuitos).

2.3.1 Protecção contra sobrecargas

A protecção contra sobrecargas das canalizações é assegurada se as características dos dispositivos de protecção obedecerem **simultaneamente** às seguintes condições:

- A corrente estipulada do dispositivo de protecção (I_n) seja maior ou igual à corrente de serviço da canalização respectiva (I_B) e menor ou igual que a corrente máxima admissível (I_Z)

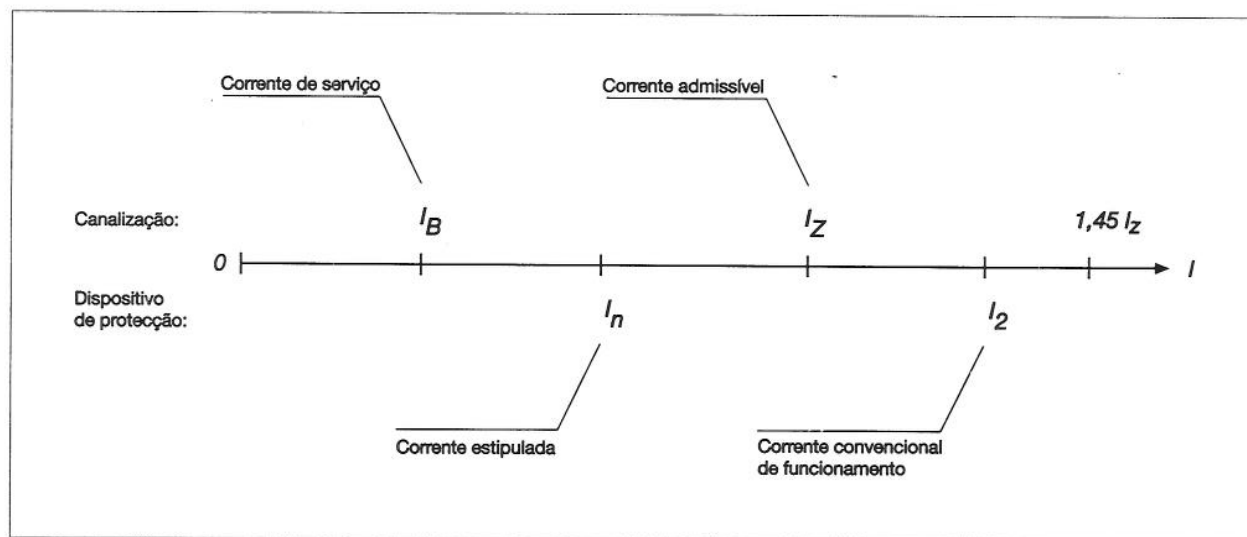
$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- A corrente convencional de funcionamento do dispositivo de protecção (I_2) seja menor ou igual que 1,45 a corrente máxima admissível

$$I_2 \leq 1,45 I_Z$$

A coordenação das condições de corrente a respeitar entre canalizações e dispositivos é apresentada na figura seguinte (Fig. 3):

FIGURA 3 Representação esquemática das condições de protecção contra sobrecargas



No caso da utilização de fusíveis do tipo gG, a corrente convencional de funcionamento (I_2) – corrente de fusão do fusível – está relacionada com a corrente estipulada (vulgarmente designada por calibre) (I_n) de acordo com o Quadro 10:

Fusíveis: correntes convencionais de funcionamento

Correntes estipuladas	Correntes convencionais de funcionamento
$I_n \leq 4$	$I_2 = 2,1 I_n$
$4 < I_n < 16$	$I_2 = 1,9 I_n$
$I_n \geq 16$	$I_2 = 1,6 I_n$

(Intensidades estipuladas em A)

Tratando-se de disjuntores, a corrente convencional de funcionamento (I_2) – corrente de efectivo funcionamento do disjuntor – está relacionada com a corrente estipulada ou de regulação (calibre) de acordo com o Quadro 11:

Disjuntores: correntes convencionais de funcionamento

Correntes estipuladas	Correntes convencionais de funcionamento
Pequenos disjuntores	$I_2 = 1,45 I_n$
Outros disjuntores	$I_2 = 1,30 I_n$

(Intensidades estipuladas em A)

A aplicação das regras atrás indicadas permite estabelecer como exemplo as tabelas seguintes que podem servir para seleccionar de forma simples os fusíveis e os disjuntores a instalar nos diversos circuitos das instalações eléctricas de locais habitacionais:

QUADRO 12

Seleção de fusíveis gG (EN 60 269) para protecção contra sobrecargas – Condutores isolados H07V em condutas circulares embebidas

Secções (mm ²)	2 condutores em carga	3 condutores em carga
1,5	10	10
2,5	20	16
4	25	20
6	32	32
10	50	40
16	63	63
25	80	80
35	100	100
50	125	125
70	160	160

(Intensidades estipuladas em A)

QUADRO 13

Seleção de disjuntores para usos domésticos (EN 60 898) para protecção contra sobrecargas – Condutores isolados H07V em condutas circulares embebidas

Secções (mm ²)	2 condutores em carga	3 condutores em carga
1,5	15	15
2,5	20	20
4	32	25
6	40	32
10	45	45
16	75	60
25	95	75
35	115	95

(Intensidades estipuladas em A)

2.3.2 Protecção contra curto-circuitos

A protecção contra curto-circuitos das canalizações é assegurada se as características dos dispositivos de protecção obedecerem **simultaneamente** às seguintes condições:

- *Regra do poder de corte*: o poder de corte não deve ser inferior à corrente de curto-circuito presumida no ponto de localização

$$I_{cc} \leq P_{dc}$$

- *Regra do tempo de corte*: o tempo de corte resultante de um curto-circuito em qualquer ponto do circuito não deverá ser superior ao tempo correspondente à elevação da temperatura do condutor ao seu máximo admissível

Para curto-circuitos de duração até 5s, o tempo aproximado correspondente à elevação da temperatura do condutor ao seu máximo admissível é dado pela expressão:

$$\sqrt{t} = k \times (S / I_{cc})$$

em que:

t – tempo expresso em segundos

S – secção dos condutores em mm²

I_{cc} – corrente de curto-circuito efectiva (valor eficaz) em A para um defeito franco no ponto mais afastado do circuito

k – Constante, variável com o tipo de isolamento e de alma condutora, igual a 115 para condutores de cobre e isolamento em PVC

Quando a protecção contra sobrecargas e curto-circuitos for assegurada pelo mesmo aparelho, dotado de poder de corte exigido pela regra do poder de corte, a selecção do dispositivo com base nos critérios de sobrecarga dispensa a verificação da segunda condição de curto-circuito.

Os dispositivos de protecção contra sobreintensidades devem ser colocados em regra na origem das canalizações e em todos os locais em que se verifiquem mudanças de secção ou outras alterações que envolvam a diminuição das intensidades máximas admissíveis dos circuitos.

3. Cálculo de quedas de tensão

As quedas de tensão nos circuitos de distribuição e de alimentação de quadros e de receptores representam perdas e interferem directamente na qualidade de serviço oferecida pela instalação.

A ultrapassagem das quedas de tensão máximas admissíveis estabelecidas na regulamentação em vigor no dimensionamento das secções das canalizações, tem reflexos imediatos a nível da eficiência energética, do funcionamento dos equipamentos eléctricos e dos sistemas de protecção de pessoas e bens.

As expressões simplificadas de cálculo das quedas de tensão (não considerando as reactâncias lineares dos condutores) quando a secção das fases é igual à secção do neutro, são indicadas no Quadro 14.

De notar que:

- O valor da resistividade dos condutores é variável com a temperatura. O valor a considerar para este cálculo será o correspondente à temperatura em serviço normal, isto é, 1,25 vezes o valor à temperatura de 20 °C
- Na falta de um valor mais preciso para o factor de potência ($\cos \varphi$) poderá tomar-se o valor $\cos \varphi = 0,8$.

Cálculo de quedas de tensão: expressões simplificadas

Tipo de circuitos	Expressões simplificadas de cálculo de queda de tensão (u) (V)	Queda de tensão (%)
Monofásico (fase-neutro)	$u = 2 I_B \rho L / S \cos \varphi$	$\Delta u = 100 u / U_0$
Trifásico (entre fases)	$u = \sqrt{3} I_B \rho L / S \cos \varphi$	$\Delta u = 100 u / U_c$
Trifásico (fase-neutro)	$u = I_B \rho L / S \cos \varphi$	$\Delta u = 100 u / U_0$

em que:

I_B - corrente de serviço do circuito em A

ρ - resistividade dos condutores: para almas de cobre $\rho = 0,0225 \text{ Ohm} \times \text{mm}^2/\text{m}$; para almas de alumínio $\rho = 0,036 \text{ Ohm} \times \text{mm}^2/\text{m}$

L - comprimento simples do circuito em metros

S - secção do condutor em mm^2

$\cos \varphi$ - factor de potência

U_0 - Tensão fase - neutro da instalação em V

U_c - Tensão composta (fase - fase) da instalação em V

A título de exemplo, o cálculo imediato da queda de tensão para circuitos em função da secção dos condutores, dos tipos de circuitos (monofásico, trifásico com neutro e trifásico sem neutro) e dos tipos

de utilização (iluminação, potência, arranque de motores) pode ser feito a partir da consideração do Quadro 15:

QUADRO 15 Cálculo de quedas de tensão: quedas de tensão lineares – Almas de cobre (valores em V/A/km)

Secções (mm ²)	Circuitos monofásicos			Circuitos trifásicos sem neutro distribuído (a)		
	Iluminação	Potência Cos $\varphi = 0,8$	Potência Cos $\varphi = 0,35$ (b)	Iluminação	Potência Cos $\varphi = 0,8$	Potência Cos $\varphi = 0,35$ (b)
1,5	29	23	11	25	20	9,4
2,5	17	14	6,6	15	12	5,7
4	11	9,2	4,1	9,5	8	3,6
6	7,2	6,1	2,9	6,2	5,3	2,5
10	4,2	3,7	1,7	3,6	3,2	1,5
16	2,7	2,4	1,15	2,4	2,05	1
25	1,7	1,5	0,75	1,5	1,3	0,65
35	1,3	1,15	0,6	1,1	1	0,52
50	0,88	0,86	0,47	0,77	0,75	0,41
70	0,63	0,64	0,37	0,55	0,56	0,32
95	0,46	0,48	0,3	0,4	0,42	0,26
120	0,36	0,39	0,26	0,31	0,34	0,23
185	0,23	0,29	0,22	0,2	0,25	0,19
240	0,18	0,24	0,2	0,16	0,21	0,17

(a) Para circuitos trifásicos com neutro distribuído dividir os valores apresentados por $\sqrt{3} = 1,73$

(b) Situação típica de arranque de motores

4. Instalações coletivas e entradas

As instalações colectivas de edifícios são actualmente objecto de regulamento técnico específico – o Regulamento de Segurança de Instalações Colectivas e Entradas aprovado pelo D. L. nº 740/74 de 26 de Dezembro.

Numa próxima oportunidade, prevê-se a inclusão destas instalações nas Regras Técnicas das Instalações Eléctricas de Baixa Tensão (RTIEBT) – Parte 8.

A estrutura das instalações colectivas de distribuição de electricidade nos edifícios colectivos é do tipo radial, iniciando-se numa ou mais portinholas ou num quadro de colunas e terminando na origem das instalações de utilização, sendo constituída por um troço comum, pelo quadro de colunas e por caixas de coluna.

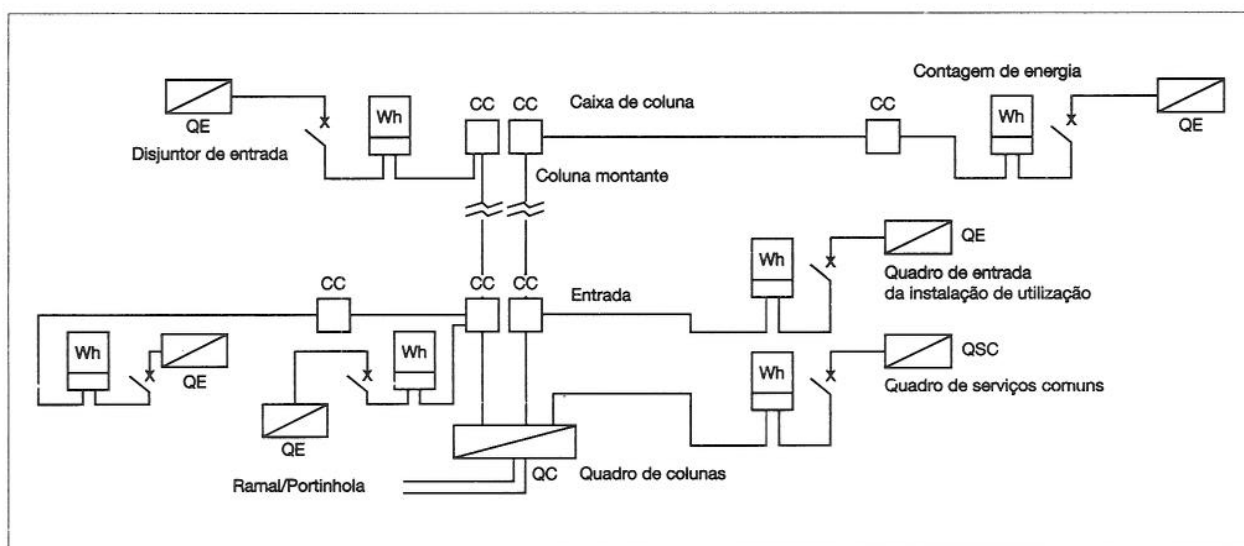
Colunas são as canalizações de uma instalação colectiva que tem início no quadro de colunas e terminam numa caixa de coluna.

Entradas são os troços das canalizações eléctricas estabelecidos, entre outros, entre:

- uma caixa de coluna e a origem de uma instalação de utilização
- o quadro de colunas e a origem de uma instalação de utilização de características especiais (por exemplo, uma instalação com potência significativamente elevada ou susceptível de causar perturbações no sistema de distribuição)
- uma portinhola que sirva uma instalação eléctrica e a sua origem.

O esquema tipo de uma instalação colectiva é apresentado na Fig.4:

Esquema tipo de instalação colectiva de edifício



Estas instalações são realizadas basicamente no interior dos edifícios, em zonas comuns e sem risco de explosão (condições de influência externa BE3). Nos seus percursos verticais devem ser estabelecidas, em regra, em ductos especialmente definidos para esse fim durante a construção do edifício e com características de não combustibilidade e de resistência às vibrações.

Para edifícios com um máximo de 4 instalações de utilização (não considerando a instalação dos serviços comuns) e outros casos especiais, pode ser dispensável a existência de ducto.

Como regra geral, as canalizações eléctricas devem ser separadas das outras canalizações (água, gás, ar comprimido, aquecimento, telecomunicações) o que implica que os ductos respectivos sejam clara e efectivamente distintos.

O Quadro 16 sintetiza a utilização de ductos por instalações colectivas:

Instalações colectivas: utilização de ductos		
Tipos de canalizações	Instalação no ducto para instalações eléctricas colectivas	Instalação em outros ductos
Canalizações eléctricas - alimentação de habitações	Permitido	Interdito
Canalizações eléctricas - alimentação de anexos das habitações	Permitido condicionalmente (a)	Interdito
Canalizações eléctricas de serviços comuns		
Iluminação e comandos	Permitido	Interdito
Elevadores	Permitido	Interdito
Campainhas	Permitido	Interdito
Comandos de portas automáticas	Permitido	Interdito
Aquecimento eléctrico colectivo	Permitido	Interdito
Canalizações de descida de para-raios de protecção	Interdito	Permitido
Cabos de telecomunicações (telefone, televisão)	Interdito	Permitido
Canalizações de antenas colectivas de rádio e televisão	Interdito	Permitido
Canalizações de distribuição de televisão por cabo	Interdito	Permitido

(a) Permitidas se forem tomadas medidas de garantia de disponibilidade de espaço, de separação e identificação face às canalizações colectivas, de adequado distanciamento a volumes associados ao quadro de colunas e caixas de coluna (10 cm) e aos contadores (5 cm) e não sejam instalados no ducto quaisquer dispositivos de comando, protecção ou utilização

As instalações colectivas e entradas deverão ser objecto de verificação periódica, com intervalo não superior a 10 anos.

4.1 Princípios gerais de concepção

As instalações colectivas e entradas devem ser dimensionadas por forma a garantir com eficácia a segurança, a adequação às necessidades inventariadas e a flexibilidade de exploração.

Assim sendo, genericamente, a sua concepção deverá ter em conta que:

- A alimentação das instalações de utilização dos locais de habitação deve ser feita de forma distinta dos serviços e/ou locais comuns, exceptuando-se a alimentação dos anexos às habitações que tenham acesso apenas pelas zonas comuns (incluindo os logradouros) em que se estabelece, com algumas limitações, a alimentação a partir dos quadros de entrada das habitações respectivas (Cap. 8.0.3.6.4 das RTIEBT);
- No âmbito da avaliação das potências previsíveis a considerar devem ser consideradas potências mínimas para as instalações de utilização doméstica e potências realistas para as áreas comuns;
- A potência total a considerar será o somatório das potências em questão, afectando-se as parcelas de coeficientes de simultaneidade estabelecidos regulamentarmente
- Deverá ser respeitado o limite de queda de tensão admissível, regulamentarmente estabelecido (Quadro 19)
- No caso da alimentação ser efectuada a partir de uma rede aérea de distribuição, deverá ser prevista na origem da instalação uma protecção contra sobretensões atmosféricas.

De acordo com os princípios apresentados, para o cálculo das instalações de utilização devem ser consideradas as potências mínimas indicadas no Quadro 17:

QUADRO 17

Potências mínimas a considerar para cálculo das instalações em locais habitacionais (e)

Tipologia dos locais (a)	Tipo de alimentação	Potências mínimas (k VA)	Corrente estipulada do controlo de potência (A)
Locais de habitação			
1 compartimento	Monofásica	3,45	15
2 a 6 compartimentos	Monofásica	6,9	30
Mais de 6 compartimentos	Monofásica (b)	10,35	45
Qualquer número de compartimentos	Trifásica (c)	10,35	15
Anexos às habitações (d)			
Qualquer	Monofásico	3,45	15

(a) São considerados compartimentos todas as áreas superiores a 4 m² com excepção das cozinhas, casas de banho e corredores

(b) A alimentação poderá ser monofásica para potências até 13,8 kVA (60 A) se não existirem receptores trifásicos

(c) As instalações com receptores trifásicos devem ser trifásicas

(d) Por exemplo, caves, arrecadações, garagens, etc. Este valor só deve ser considerado em caso de existência de entrada específica; caso contrário é incluído no valor de potência definido para a habitação

(e) Em locais não destinados a habitação em edifícios mistos, as potências mínimas devem ser estabelecidas pelo projectista/instalador em função das características do local e das orientações do cliente

Complementarmente, deve ser considerada uma previsão realista de potência para os serviços comuns, a determinar em função dos equipamentos a prever (iluminação, elevadores, bombagem de água, etc.).

Os coeficientes de simultaneidade a considerar são indicados no Quadro 18:

QUADRO 18

Coeficientes de simultaneidade para instalações colectivas (Cap. 8.0.3.2.4.3.2 das R.T.I.E.B.T.)

Número de utilizadores	Coeficientes de simultaneidade
Locais de habitação	
2 a 4	1,00
5 a 9	0,75
10 a 14	0,56
15 a 19	0,48
20 a 24	0,43
25 a 29	0,40
30 a 34	0,38
35 a 39	0,37
40 a 49	0,36
≥ 50	0,34
Outros locais (a)	
Qualquer	1

(a) Locais não destinados a habitação e seus anexos

Estes coeficientes devem ser aplicados aos quadros de colunas, às colunas montantes e ainda aos troços das colunas onde haja mudança de secção, devendo ser consideradas todas as instalações situadas a jusante do ponto em questão.

Na contagem do número de habitações devem incluir-se apenas os anexos não alimentados a partir do quadro de entrada respectivo.

EXEMPLO 1

Coeficiente de simultaneidade a considerar para um troço de coluna é:

15 habitações - 0,48

Coeficiente de simultaneidade a considerar para cálculo da intensidade estipulada do aparelho de corte geral do quadro de colunas

Total de 45 habitações - 0,36

EXEMPLO 2**Cálculo da potência de alimentação**

Edifício colectivo com 4 habitações T3 e 4 habitações T2

Potências de cálculo: Habitações: 6,9 kVA por habitação

Serviços comuns: 10 kVA

1. Potência de cálculo da coluna montante:

Coeficiente de simultaneidade a considerar para as habitações: **8 habitações - 0,75**

Coeficiente de simultaneidade a considerar para os serviços comuns: **1**

Potência a considerar: **$8 \times 6,9 \times 0,75 + 10 \times 1 = 65,2 \text{ kVA}$**

2. Intensidade estipulada do corte geral do quadro de colunas:

125 A ($I_B = 104,7 \text{ A}$, factor de potência igual a 0,9)

O Quadro 19 indica os máximos admissíveis legalmente estabelecidos para quedas de tensão:

Quedas de tensão máximas admissíveis em instalações colectivas (Cap. 8.0.3.2.4.4 das RTIEBT)

Tipo de utilização	Pontos de referência	Quedas de tensão máximas admissíveis
Instalações individuais	Troço entre os ligadores de saída da portinhola e a origem da instalação eléctrica	1,5%
Instalações não individuais alimentadas por colunas montantes	Troço correspondente à entrada ligada a uma caixa de coluna	0,5% (a)
Colunas em instalações não individuais	Troço correspondente à coluna	1 % (a)

(a) Estes valores podem não ser individualmente respeitados em casos justificados desde que o valor global (coluna + entrada) não exceda 1,5%

4.2 Quadro de colunas

Quadro de colunas (QC) é um quadro alimentado directamente por um ramal ou por intermédio de um troço comum da instalação colectiva destinado a alimentar as colunas montantes e as entradas de características especiais.

Este quadro é, em regra, único e constitui o quadro de entrada de uma instalação colectiva. Por isso, deve ser instalado em local acessível, junto do acesso normal do edifício e próximo da portinhola.

Integra os seguintes elementos:

- o aparelho de corte de entrada do edifício
- as protecções contra sobreintensidades das saídas (colunas montantes, entradas com características especiais, serviços comuns)
- ligador de terra de protecção das massas (terminal principal de terra de protecção das massas)

razão porque a sua concepção em matéria de disposição de componentes deverá ter em conta a facilidade de manobra.

De acordo com a NP 1 271, o quadro de colunas deve ser de chapa metalizada, ferro fundido, alumínio ou liga de alumínio, poliéster ou outro material não higroscópico, resistente à propagação da chama e dimensionado para uma tensão estipulada de 1 000 V.

Os índices de protecção não deverão ser inferiores a IP41 e a IK07.

O quadro de colunas deve possuir estrutura modular, sendo constituído por:

- Caixa de corte geral (CCG)
- Caixa de barramento (CBR)
- Caixas de protecção de saídas (CPS)

As características gerais de cada um dos componentes de um quadro de colunas é apresentado no Quadro 20:

QUADRO 20 Quadros de colunas: tipos e características

Tipos de componentes	Intensidade estipulada/ Saídas (A)	Largura (mm)	Altura (mm)	Profundidade (mm)
Caixas de corte geral				
GA	32	200	230	90
GB	100	220	320	115
GC	250	350	500	150
GD	400	350	500	150
GE	630	550	850	195
GF	800	550	850	195
GG	1 250	600	850	195
Caixas de barramento				
BAD	100	700	180	170
BAT	100	1 050	180	170
BBD	630	700	250	170
BBT	630	1 050	250	170
BCD	1 250	700	350	170
BCT	1 250	1 050	350	170
Caixas de protecção de saídas				
PA	1 x 32	150	200	90
PB	1 x 100 (a)	220	500	170
PC	2 x 100 (a)	220	500	170
PD	1 x 250 (b)	350	500	170
PE	1 x 100 (a)	500	500	170
	1 x 250 (b)			
PF	1 x 400 (c)	350	500	170

(a) Fusíveis de alto poder de corte tamanho 00

(b) Fusíveis de alto poder de corte tamanho 1

(c) Fusíveis de alto poder de corte tamanho 2

A indicação do fabricante, as características relativas aos tipos de caixa e os índices de protecção devem ser marcados na face exterior das portas.

Igualmente deverão ser identificados o ligador de neutro (N) e o ligador de terra de protecção das massas (PE).

O dimensionamento da corrente estipulada do aparelho de corte de entrada deverá ter em consideração o coeficiente de simultaneidade associado ao total de instalações servidas.

4.3 Colunas montantes e entradas

Para cálculo das colunas montantes e das entradas e, sem prejuízo da consideração de valores superiores de potência unitária determinados em função das indicações dos clientes, são estabelecidas:

- potências mínimas em função da tipologia dos locais de habitação e do tipo de alimentação (Quadro 17)
- coeficientes de simultaneidade para afectação da potência global em função do número de instalações a considerar (habitação, anexos e outros locais) (Quadro 18)

Nos casos em que forem de considerar valores unitários de potência de cálculo superiores aos imediatamente atrás indicados, deverá adoptar-se o valor tarifário de potência contratada mais próximo (por

exemplo, se o valor de cálculo encontrado for 16,45 kVA deverá ser considerado o valor normalizado de potência contratada de 17,25 kVA (25 A – 400 V)).

Nesta óptica, o cálculo da potência a fornecer será feito a partir da soma de todas as potências inventariadas no edifício (habitações, anexos com alimentação não independente, serviços comuns), afectada do coeficiente de simultaneidade correspondente.

Num edifício pode haver mais do que uma coluna montante. A opção será avaliada em função da potência total previsível, tendo em conta o custo das diversas soluções alternativas (uma coluna de elevada potência ou várias colunas de menor potência).

No caso da opção por várias colunas independentes, a consideração dos coeficientes de simultaneidade será feita de forma específica para cada coluna, tendo-se em conta o número de habitações respectivo.

Relembra-se que a determinação da intensidade estipulada do aparelho de corte do quadro de colunas é efectuada tendo em conta o coeficiente de simultaneidade que resulta da consideração do número total de habitações servidas.

Frequentemente, as colunas montantes são constituídas por condutores do tipo H07V (NP 2356) instalados no interior de condutas circulares (tubos) do tipo VD (NP 1 071).

Neste caso, estão definidos regulamentarmente diâmetros nominais mínimos dos tubos em função da secção dos condutores de fase considerados.

Nos edifícios existentes, a necessidade de ampliação da potência contratada poderá levantar problemas em relação aos diâmetros nominais mínimos dos tubos já instalados.

Para limitar os inconvenientes referidos, muitas vezes inultrapassáveis por razões técnicas e/ou económicas, sem colocar em causa os princípios de segurança e de flexibilidade de exploração, foram estabelecidos diâmetros mínimos menos exigentes.

O Quadro 21 apresenta os diâmetros mínimos a considerar para o primeiro estabelecimento:

Quadro 21 Colunas montantes e entradas: diâmetros nominais mínimos de tubos do tipo VD em função da secção dos condutores H07V (mm) - Instalações novas

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Número de condutores (a)				
	1	2	3	4	5
10	32	32	32	40	40
16	32	32	40	40	50
25	32	40	50	50	63
35	32	50	63	63	63
50	40	50	63	75	75
70	40	63	75	75	90
95	50	63	90	90	90
120	50	75	90	110	110
150	63	90	110	110	110
185	63	90	110	110	
240	75	110			
300	75	110			
400	90				
500	110				

(a) O condutor neutro e o condutor de protecção são considerados de secção reduzida de acordo com as regras usuais

Os diâmetros mínimos a considerar para ampliações de potência em instalações existentes são indicados a seguir (Quadro 22):

QUADRO 22

Colunas contantes e entradas: diâmetros nominais mínimos de tubos do tipo VD em função da secção dos condutores H07V (mm) – Ampliação de instalações existentes

Secção nominal dos condutores (mm ²)	Número de condutores (a)				
	1	2	3	4	5
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	90
185	50	63	75	90	90
240	50	75	90	90	110
300	63	75	110	110	110
400	63	90	110	110	
500	75	110			

(a) O condutor neutro e o condutor de protecção são considerados de secção reduzida de acordo com as regras usuais

Quando as colunas montantes e entradas forem constituídas por:

- cabos
- outros condutores
- outras condutas

as secções ocupadas pelos condutores (somas das secções individuais calculadas a partir do diâmetro exterior médio máximo) não devem ser superiores a 20% e a 40% da secção recta interior das condutas, respectivamente para o primeiro estabelecimento e para a ampliação de instalações existentes.

De uma forma mais geral, a secção das colunas montantes é calculada:

- em função da potência a fornecer
- da queda de tensão máxima admissível
- da corrente máxima admissível na canalização
- da selectividade das protecções

No que se refere à concepção das colunas montantes e entradas, o Quadro 23 apresenta um conjunto de regras básicas a respeitar nesta matéria.

QUADRO 23

Instalações colectivas: colunas montantes e entradas: regras de concepção

Áreas de concepção	Regras gerais	Regras específicas
Avaliação e balanço de potência	<ul style="list-style-type: none"> São estabelecidas potências mínimas de cálculo (ver Quadro 17) 	<ul style="list-style-type: none"> Para as colunas deverão ser considerados coeficientes de simultaneidade (ver Quadro 18) O coeficiente de simultaneidade para as entradas deve ser igual a 1
Canalizações		
Tipos	<ul style="list-style-type: none"> 07 ou superior (450/750 V) Trifásicas 	<ul style="list-style-type: none"> Modos de estabelecimento definidos no Cap. 8.0.3.4.3.1 das RTIEBT Os ductos devem obedecer a regras de acessibilidade - Cap. 8.0.3.4.2 das RTIEBT
Índice de protecção (acções mecânicas)	<ul style="list-style-type: none"> Instalação à vista: mínimo IK 08 	
Secções	<ul style="list-style-type: none"> Colunas: Secção mínima - 10 mm² Entradas: Secção mínima - 6 mm² 	<ul style="list-style-type: none"> Possibilidade de redução de secção nas colunas de secção superior a 25 mm² em determinadas condições
Queda de tensão	<ul style="list-style-type: none"> Máximo $(1 + 0,5) = 1,5 \%$ 	<ul style="list-style-type: none"> 1% para a coluna e 0,5 % para a entrada (ver Quadro 19)
Condutas		
Índice de protecção (acções mecânicas)	<ul style="list-style-type: none"> Rígidas com índice mínimo IK 08 Entradas: diâmetro mínimo 32 mm 	
Protecção contra sobreintensidades		
Sobrecargas	<ul style="list-style-type: none"> Aplicáveis as regras gerais de protecção contra sobrecargas 	<ul style="list-style-type: none"> Ver Cap. 2.3.1 Possibilidade de dispensa de protecção nas entradas (Cap. 8.0.3.2.4.5.1 das RTIEBT)
Curto-circuitos	<ul style="list-style-type: none"> Aplicáveis as regras gerais de protecção contra curto-circuitos 	<ul style="list-style-type: none"> Ver Cap. 2.3.2 Dispositivos de protecção apenas nas fases
Protecção de pessoas		
Componentes em geral	<ul style="list-style-type: none"> Deverão ser seleccionados equipamentos da classe II ou de isolamento equivalente 	
Condutor de protecção	<ul style="list-style-type: none"> Secção de acordo com a secção dos condutores de fase Cor: verde - amarelo 	<ul style="list-style-type: none"> Ver Quadro 29, Cap. 6.4
Ligação equipotencial principal	<ul style="list-style-type: none"> Secção de acordo com o Quadro 30 Cor: verde - amarelo 	<ul style="list-style-type: none"> Ver Cap. 6.5.1

4.4 Caixas de coluna

Caixas de coluna (CXC) são quadros existentes nas colunas para a ligação de entradas ou de outras colunas, contendo ou não os respectivos dispositivos de protecção contra sobreintensidades.

Devem ser colocadas nos andares correspondentes às instalações cujas entradas delas derivam e ser dotadas de tampa com dispositivo de fecho que garanta a sua selagem pelo distribuidor público de electricidade.

A sua colocação deve ser realizada, em regra entre 2 metros e 2,8 metros acima do pavimento.

De acordo com a NP 1272, as caixas de coluna devem ser constituídas dos mesmos materiais, ter características de resistência de propagação à chama e garantir índices de protecção IP e IK idênticos aos dos quadros de colunas.

As características gerais de cada um dos componentes de uma caixa de coluna é apresentado no Quadro 24:

QUADRO 24 Caixas de colunas: tipos e características

Tipos de componentes	Intensidade estipulada/ Saídas (A)	Largura (mm)	Altura (mm)	Profundidade (mm)
CAD	32	280	250	100
CAQ	32	470	250	100
CBD	63	320	300	100
CBQ	63	550	300	100

A indicação do fabricante e as características relativas aos tipos de caixa e os índices de protecção devem ser marcados na face exterior das portas.

4.5 Serviços comuns

As instalações eléctricas das zonas comuns (iluminação, tomadas, elevadores, ventilação mecânica, bombagem de água, garagens colectivas, etc.) devem ser abastecidas a partir de quadro próprio – o quadro dos serviços comuns (QSC), a estabelecer em regra na proximidade do quadro de colunas.

As canalizações eléctricas dos serviços comuns devem ser estabelecidas nas zonas comuns dos edifícios.

No caso em que os anexos das habitações tenham apenas acesso a partir das zonas comuns, é permitida a alimentação destes locais a partir dos quadros de entrada das habitações.

Para o efeito poderão ser estabelecidos circuitos específicos que atravessarão as zonas comuns e apenas as zonas afectas aos anexos às habitações.

4.5.1 Alimentação de elevadores

A legislação aplicável ao licenciamento das edificações junto das Autarquias locais vem estabelecer quais os edifícios que devem ser dotados de elevadores, o seu número e características de tráfego.

Os circuitos de alimentação dos elevadores devem responder em conformidade a estas necessidades.

Tratando-se de sistemas de accionamento (elevadores eléctricos e/ou hidráulicos), as canalizações de alimentação deverão ter em conta na previsão de potência a existência de vários motores (utilização, simultaneidade) e consequentemente os respectivos arranques.

4.5.2 Garagens colectivas

Para estas instalações são aplicáveis as regras gerais estabelecidas.

No que se refere à iluminação normal, há que ter em conta a garantia de visibilidade indispensável à circulação de pessoas e veículos.

Para isso, recomenda-se a previsão de equipamentos que garantam uma iluminação média ao nível do solo da ordem dos 30 - 50 lux (zonas de estacionamento, zonas de circulação).

Quando se justificar a existência de iluminação de segurança, sugere-se a utilização de blocos autónomos (ver Cap. 4.5.4)

4.5.3 Instalações de bombagem de água

Tratando-se de sistemas de accionamento (bombas elevatórias), o dimensionamento das secções e da aparelhagem nas canalizações de alimentação deverá ter em conta na previsão de potência a existência de vários motores (utilização, simultaneidade) e consequentemente os respectivos arranques.

Para fazer face a esta última situação, a corrente de serviço da canalização de alimentação de um motor (I_B) será calculada em função das características do motor - corrente estipulada (I_n) e corrente de arranque (I_a), de acordo com a expressão

$$I_B = I_n + I_a / 3$$

A corrente de arranque a considerar é variável com o tipo de arranque:

- Arranque directo: $I_a = 6 \times I_n$
- Arranque com arrancador estrela - triângulo: $I_a = 3 \times I_n$
- Arranque com resistência em série no rotor: $I_a = 2,2 \times I_n$

De relevar que:

- Se o circuito alimentar mais do que um motor, deverão ser considerados os coeficientes de simultaneidade respectivos
- **Não deverão** ser considerados coeficientes de utilização

Paralelamente e, a nível da protecção específica dos equipamentos, deverá considerar-se a protecção contra sobreintensidades específica dos motores (relés térmicos e magnéticos).

4. 5. 4 Instalações de emergência de segurança

Nos edifícios de grande altura (altura superior a 28 metros) devem ser previstas instalações de segurança (iluminação, ventilação mecânica para desenfumagem dos caminhos de evacuação, sistemas de alarmes de incêndio), independentemente do número de pessoas (permanência e/ou circulação).

No que se refere a iluminação de segurança, em regra, a previsão de instalações de iluminação de segurança de circulação - tendo por objectivo a identificação clara dos caminhos de evacuação do edifício - é suficiente.

Para os edifícios, a alimentação de segurança poderá ser realizada por fonte central de energia ou por blocos autónomos (EN 60 598 - 2 - 2), solução esta muito vulgarizada.

A selecção e regras de instalação de blocos autónomos são indicadas no Quadro 25:

Iluminação de segurança em edifícios de habitação: blocos autónomos

Iluminação de segurança Tipo	Características	Regras de instalação
Opção por blocos autónomos	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo C - Fonte central (bateria de acumuladores ou grupo motor - gerador) ou blocos autónomos 	
	<ul style="list-style-type: none"> • Blocos autónomos dos tipos "permanente" e "não permanente" 	<ul style="list-style-type: none"> • O espaçamento entre blocos não deve ser superior a 15 metros • Os blocos devem entrar imediatamente em serviço após a interrupção da alimentação normal do edifício
Canalizações	<ul style="list-style-type: none"> • Recomenda-se a utilização de canalizações resistentes ao fogo (EN 50 200 e CEI 331) 	<ul style="list-style-type: none"> • Recomenda-se que os circuitos de alimentação sejam distintos dos outros circuitos • Recomenda-se que as canalizações sejam fixas • São permitidas canalizações móveis protegidas por condutas flexíveis desde que não acessíveis, com comprimento máximo de 1 metro e alimentadas a partir de caixas de ligação • Recomenda-se particular atenção à selectividade das protecções

4.6 Equipamentos de contagem (contadores)

Como regra geral, os equipamentos de contagem devem ser colocados próximo da origem da instalação eléctrica ou da origem da entrada, em local e posição adequadas (a uma altura entre 1 metro e 1,7 metros acima do pavimento).

Assim sendo, os contadores podem localizar-se:

- Fora da habitação, agrupados num dado piso (conjunto de equipamentos de um mesmo andar) ou no vestíbulo de entrada do edifício (conjunto de todos os equipamentos do edifício)
- No exterior do edifício, se se tratar de edifício unifamiliar (moradia, por exemplo)
- No interior da habitação

A localização dos contadores deve ser acordada com o distribuidor público de electricidade .

5. Protecção de pessoas contra choques eléctricos

Neste tipo de instalações, a protecção de pessoas contra choques eléctricos é garantida genericamente por medidas passivas do tipo isolamento e afastamento das partes activas, utilização de equipamentos da classe II de isolamento ou equivalente e por medidas do tipo activo obtidas a partir da ligação das massas à terra de protecção do edifício em associação com dispositivos de corte automático do tipo diferencial (sistema TT).

A selecção da sensibilidade dos aparelhos diferenciais deve ter em conta os valores reais (previstos na concepção/projecto e posteriormente medidos no local) das resistências de terra de protecção estabelecida (Quadro 26):

Seleção de aparelhos diferenciais: valores máximos de resistência de terra
($U_L = 50\text{ V}$ e $U_L = 25\text{ V}$, corrente alternada)

Sensibilidade	Corrente residual diferencial estipulada ($I_{\Delta n}$)	Valor máximo de resistência de terra das massas (Ohm) $U_L = 50\text{ V}$	Valor máximo de resistência de terra das massas (Ohm) $U_L = 25\text{ V}$
Baixa sensibilidade	20 A	2,5	1,25
	10 A	5	2,5
	5 A	10	5
	3 A	17	8,3
	1 A	50	25
Média sensibilidade	500 mA	100	50
	300 mA	167	83,3
	100 mA	500	250
Alta sensibilidade	30 mA	1 670	833
	12 mA	4 170	2083
	6 mA	8 330	4167

A utilização de aparelhos diferenciais de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} \leq 30\text{ mA}$) poderá ser um meio suplementar de protecção contra contactos directos (utilizado com muita frequência na protecção de locais de permanência de crianças, de locais exteriores – jardins, etc.).

EXEMPLO **Seleção da resistência de terra máxima de um eléctrodo de terra de protecção de edifício**

- Sensibilidade do dispositivo diferencial incorporado no aparelho de controlo de potência contratada instalado pelo distribuidor: $I_n = 500\text{ mA}$ (a)
 - Resistência máxima de terra de protecção de edifício: **50 Ohm**
- (a) Há informação de que o distribuidor público de electricidade poderá brevemente deixar de instalar disjuntores de controlo de potência equipados com dispositivos diferenciais.
Nesta situação, o projectista/instalador deverá estabelecer à partida a menor sensibilidade dos diferenciais a colocar e proceder à compatibilização dessa sensibilidade com o valor máximo de resistência de terra a ser obtida na execução das instalações do edifício.

Quando não for possível obter o valor tecnicamente correcto, as instalações deverão ser adicionalmente protegidas por aparelhos diferenciais de corrente diferencial residual estipulada compatível com os valores possíveis.

O controlo do valor da resistência de terra do eléctrodo de terra deverá ser realizado com frequência, em especial no seguimento de incidentes significativos associados ao edifício, recomendando-se uma periodicidade anual.

6. Sistema de terra das massas dos edifícios

Os edifícios devem ser dotados de um sistema de terra das massas tendo em vista a referenciação destas ao potencial da terra (considerado zero por convenção). Este sistema assume um papel fundamental no funcionamento eficiente dos sistemas de protecção de pessoas e bens, razão porque deve ser objecto de uma concepção e execução com todo o cuidado.

Em regra, os sistemas de terra possuem estrutura radial e arborescente, acompanhando o desenvolvimento das instalações, sendo constituídos basicamente pelas seguintes componentes:

- Eléctrodo ou sistema de eléctrodos de terra
- Condutores de terra
- Terminal principal de terra

No caso dos sistemas de terra de protecção das massas, são ainda de considerar os seguintes elementos:

- Condutores de protecção
- Ligações equipotenciais

Como regra geral, os sistemas de terra de protecção das massas devem obedecer a quatro princípios de concepção: **serem distribuídos de forma tão uniforme quanto possível, serem únicos – cada instalação terá, em regra, um e um só sistema de terra de protecção –, serem equipotenciais e serem interligados (malhagem).**

A garantia destes princípios pode ser obtida com grande facilidade prática e economia, com a utilização da estrutura condutora enterrada dos edifícios (fundações), constituindo-se um anel de terra nas fundações. Esta solução, implica, no entanto, a intervenção do projectista/instalador num estadio inicial da realização dos trabalhos de construção civil dos edifícios o que nem sempre é a prática corrente.

6. 1 Eléctrodos de terra

Os eléctrodos de terra são elementos condutores enterrados no solo, de forma tão profunda quanto possível, cujo comportamento em termos de resistência esperada é condicionado basicamente pela forma, dimensões e geometria de instalação, pelo tipo de material utilizado e pelas características específicas do terreno (resistividade própria dos terrenos).

O Quadro 27 sintetiza as dimensões mínimas dos eléctrodos de terra mais usuais:

Eléctrodos de terra: dimensões mínimas

Tipos de eléctrodos	Material	Superfície de contacto (m ²)	Espessura (mm)	Diâmetro exterior (mm)	Comprimento (m)	Dimensão transversal (mm)	Secção (mm ²)	Diâmetro dos fios (mm)
Cabos nus (a)	• Cobre	1					25	1,8
	• Aço galvanizado (c)	1					100	1,8
Fitas (a)	• Cobre	1	2				25	
	• Aço galvanizado (c)	1	3				100	
Varões (a)	• Aço galvanizado (c)	1		10				
Chapas (b)	• Cobre	1	2					
	• Aço galvanizado (c)	1	3					
Varetas (b)	• Cobre			15	2			
	• Aço revestido a cobre		0,7 (d)	15	2			
	• Aço galvanizado (c)			15	2			

Tipos de eléctrodos	Material	Superfície de contacto (m ²)	Espessura (mm)	Diâmetro exterior (mm)	Comprimento (m)	Dimensão transversal (mm)	Secção (mm ²)	Diâmetro dos fios (mm)
Tubos (b)	• Cobre		2	20	2			
	• Aço galvanizado (c)		2,5	25	2			
Perfilados (b)	• Aço galvanizado (c)		3		2	60		

(a) Eléctrodos horizontais

(b) Eléctrodos verticais

(c) Protecção com espessura mínima de revestimento de 120 µm, garantida por galvanização por imersão a quente

(d) Espessura de revestimento aconselhada. Espessuras menores poderão ser aprovadas pela Direcção Geral de Energia

Como regra geral, os sistemas de terra deverão ser estabelecidos visando a obtenção do menor valor possível, tendo no entanto em conta critérios do tipo: orientações definidas regulamentarmente e avaliação económica.

Por outro lado, não devem ser utilizados como eléctrodos de terra com fins de protecção às canalizações metálicas afectas a outros usos.

Abre-se a excepção para as canalizações de distribuição de água, desde que haja acordo prévio do distribuidor de energia eléctrica e sejam tomadas medidas complementares de isolamento externo e garantia da condutividade eléctrica.

De uma forma geral, o estabelecimento dos eléctrodos deverá obedecer às seguintes regras:

- Ser colocados à maior profundidade possível (para chapas varetas, tubos e perfilados a instalar em regra na vertical, a profundidade de enterramento mínima é de 0,8 m a contar da parte superior do eléctrodo)
- Ser colocados em locais fora da influência de agentes de corrosão ou envelhecimento conhecidos ou previsíveis
- Ser colocados fora dos locais de presença, passagem ou permanência habituais de pessoas e/ou animais.

6. 2 Condutores de terra

Os condutores de terra são os elementos que asseguram a continuidade entre os terminais principais de terra e os eléctrodos de terra.

O dimensionamento destes condutores é feito tendo em conta, por um lado, o seu comportamento mecânico e à corrosão e, por outro, a capacidade de escoamento das correntes de defeito.

As secções mínimas convencionais dos condutores de terra são as indicadas no Quadro 28:

QUADRO 28 Condutores de terra: secções mínimas		
Condutor de terra	Protegido mecanicamente	Não protegido mecanicamente
• Protegido contra a corrosão (com bainha por exemplo)	• Variável a calcular de acordo com Cap. 5.4.3.1 das R.T.I.E.B.T.	• 16 mm ² se de cobre nú ou de aço galvanizado
• Não protegido contra a corrosão	• 25 mm ² se de cobre • 50 mm ² se de aço galvanizado	• 25 mm ² se de cobre • 50 mm ² se de aço galvanizado

De referir que, no âmbito da requalificação de edifícios existentes, a inexistência de canalizações gerais de terra de protecção (condutores de terra e condutor principal de protecção) pode levantar problemas de realização, nomeadamente de carácter económico.

Para estas situações, pode recorrer-se às canalizações interiores de distribuição de água no existentes no edifício, desde que sejam respeitadas as seguintes condições:

- A canalização de água seja ligada a um eléctrodo de terra a instalar na proximidade imediata do edifício
- A continuidade eléctrica da canalização de água esteja garantida em todo o seu percurso (atenção a troços não condutores, de plástico, por exemplo)
- O sistema seja isolado do exterior através da instalação de um troço rectilíneo de tubo isolante com pelo menos dois metros de comprimento, a jusante do ponto de entrada de água no edifício e a montante da parte ligada à terra

- No caso em que não seja possível instalar o tubo isolante com a dimensão referida atrás, deverá ser previsto um dispositivo que impeça o contacto simultâneo do corpo humano com as partes a separar
- A canalização interior seja claramente identificada para a função que está a desempenhar – canalização de terra de protecção – junto dos contadores de água
- Os contadores de água devem ser curto-circuitados por meio de condutor com secção equivalente a um condutor de protecção ou de equipotencialidade

Como regra geral, e sempre que haja risco de aparecimento de tensões de passo, os condutores de terra deverão ser isolados desde a superfície do terreno até à profundidade de enterramento do eléctrodo (como exemplo desta prática citam-se os estabelecimentos agrícolas ou pecuários onde se regista a permanência de animais em locais de influência de eléctrodos de terra).

No condutor de terra deverá ser previsto um ligador amovível para permitir a medição da resistência de eléctrodo de terra, apenas desmontável por meio de ferramenta.

6. 3 Barramento principal de terra

O terminal principal de terra ou barramento principal de terra de uma instalação é o ponto onde se efectua a ligação dos condutores de terra, dos condutores de protecção, dos condutores das ligações equipotenciais e dos condutores de ligação à terra funcional, se necessário (*terras funcionais* são terras específicas necessárias ao funcionamento de equipamentos especiais, por exemplo, com elevadas correntes de fuga ou exigindo "terras sem ruído" isto é, não sendo sede de perturbações electromagnéticas).

6. 4 Condutores de protecção (PE)

Os condutores de protecção destinam-se a ligar electricamente algumas das seguintes partes: massas, elementos condutores, terminal principal de terra, eléctrodo de terra, ponto de alimentação ligado à terra ou a um ponto neutro artificial.

Ao condutor principal de protecção são ligados os condutores de protecção das massas, os condutores de terra e, eventualmente, os condutores das ligações equipotenciais.

O seu dimensionamento é efectuado tendo em conta a função a desempenhar : escoar em boas condições operacionais (em termos mecânicos e térmicos) as correntes de defeito previsíveis.

A secção dos condutores de protecção é calculada de uma forma geral considerando o valor eficaz da corrente de defeito que percorre um dado dispositivo de protecção, o tempo de funcionamento desse dispositivo, tendo em conta uma constante função da natureza do metal do condutor de protecção, do isolamento e de outras variáveis (ver Cap. 5.4.3.1 das R.T.I.E.B.T.).

Para condutores de protecção do mesmo metal dos condutores activos, as secções mínimas dos condutores de protecção são indicadas no Quadro 29:

Condutores de protecção: secções mínimas

Secção dos condutores de fase da instalação (S_F) (mm ²)	Secção mínima dos condutores de protecção (S_{PE}) (mm ²)
<i>Fazendo parte da canalização de alimentação</i>	
$S_F \leq 16$	$S_F = S_{PE}$
$16 < S_F \leq 35$	$S_{PE} = 16$
$S_F > 35$	$S_{PE} = S_F / 2$ (a)
<i>Não fazendo parte da canalização de alimentação</i>	
Qualquer	<ul style="list-style-type: none"> • $S_{PE} = 2,5$ se de cobre com condutores com protecção mecânica • $S_{PE} = 4$ se de cobre com condutores sem protecção mecânica

(a) Deverá ser considerada a secção normalizada imediatamente superior à obtida pela fórmula

De notar que:

- Um condutor de protecção poderá ser comum a mais do que um circuito, devendo neste caso ser dimensionado para a maior das secções de fase a considerar
- Para secções de condutores de fase superiores a 35 mm², poderão ser utilizadas secções de condutores de protecção inferiores às determinadas pela aplicação da fórmula referida, desde que sejam verificadas condições complementares relacionadas com o tipo e características do dispositivo de protecção associado ao circuito e a salvaguarda do bom comportamento térmico da canalização em caso de defeito (ver regra geral do Cap. 5.4.3.1 das R.T.I.E.B.T)
- No sistema TT, na prática a secção do condutor de protecção pode ser limitada a 25 mm² se de cobre ou a 35 mm² se de alumínio desde que os eléctrodos de terra do neutro e das massas sejam distintos
- Os condutores de protecção, garantindo uma função de segurança, são sempre e de forma **exclusiva** identificados pela coloração **verde-amarelo**.

6.5 Ligações equipotenciais

Estas ligações destinam-se a colocar ao mesmo potencial ou a potenciais aproximadamente iguais massas entre si e massas e elementos condutores e são realizadas pela instalação de condutores de equipotencialidade.

A implementação destas ligações oferece basicamente um complemento de segurança de pessoas pela eliminação da possibilidade de ocorrência de aparecimento de tensões de contacto perigosas entre aqueles elementos das instalações eléctricas.

Podem distinguir-se as seguintes ligações deste tipo:

- **Ligação equipotencial principal**
- **Ligação equipotencial suplementar** – consiste na interligação de todas as partes condutoras simultaneamente acessíveis, seja entre massas ou entre estas e elementos condutores (por exemplo as armaduras principais de betão; todos os condutores de protecção de todos os equipamentos incluindo os das fichas e tomadas devem ser ligados a este sistema)
- **Ligação equipotencial local** (não ligada à terra)

As secções mínimas a considerar para estas ligações são indicadas no Quadro 30:

Ligações equipotenciais: secções mínimas

Tipos de ligações	Secção mínima dos condutores de equipotencialidade (mm ²)
Equipotencial principal	$S_{EQ} \geq S_{PE} / 2$ (a) (mínimo de 6 mm ² e um máximo de 25 mm ² se de cobre ou equivalente se de outro metal)
Equipotencial suplementar	<ul style="list-style-type: none"> • Entre massas: $S_{EQ} \geq$ ao menor valor de S_{SE} como mínimo • Massas e elementos condutores: $S_{EQ} \geq S_{SE} / 2$ (b) (mínimo de 2,5 mm² para condutores mecanicamente protegidos e 4 mm² caso contrário)

(a) S_{PE} - considerar a maior secção existente na instalação

(b) S_{PE} - considerar a secção do condutor PE da massa considerada

As ligações equipotenciais são identificadas pela coloração **exclusiva verde-amarelo**.

6.5.1 Ligação equipotencial principal

A ligação equipotencial principal é constituída pelos seguintes elementos:

- condutor principal de protecção
- condutor principal de terra ou terminal principal de terra
- todas as canalizações metálicas de alimentação do edifício e situadas no seu interior (água, gás)
- todos os elementos metálicos da construção
- canalizações metálicas de aquecimento central e ar condicionado (mesmo com origem exterior ao edifício)
- baínhas metálicas dos cabos de telecomunicações (sob a autorização dos proprietários e utilizadores)
- sistemas de terra dos pára-raios dos edifícios

O conjunto equipotencial é ligado ao barramento principal de terra do edifício (ver Fig. 6).

No caso de edifícios com desenvolvimento horizontal significativo, podem realizar-se diversas ligações equipotenciais principais nos diversos pontos de penetração das diferentes canalizações não eléctricas nos edifícios.

6.6 Massas e elementos condutores

Massas são, no sentido electrotécnico, as partes condutoras dos equipamentos eléctricos susceptíveis de serem tocadas, em regra, isoladas das partes activas (condutores ou partes condutoras destinadas a estar em tensão em serviço normal, incluindo o neutro mas excluindo por convenção o condutor PEN), mas podendo ficar em tensão em caso de defeito de isolamento.

Nesta óptica são consideradas massas, por exemplo, as partes metálicas acessíveis dos equipamentos eléctricos (à excepção das dos equipamentos da classe II), as armaduras metálicas dos cabos e as condutas metálicas com condutores isolados.

Elementos condutores são todos os elementos estranhos à instalação eléctrica susceptíveis de introduzir um potencial, em regra o da terra.

Consideram-se elementos condutores os elementos metálicos usados na construção de edifícios, as canalizações metálicas de gás, água, aquecimento e os equipamentos não eléctricos que lhe estejam ligados – aquecedores, fogões, lava-louças ou lava-roupas metálicos - e os pavimentos, paredes e demais elementos da construção não isolantes.

Como regra geral de protecção, todas as massas de uma instalação eléctrica deverão ser eficazmente ligadas ao sistema de terra das massas a partir de condutores de protecção.

Paralelamente, todos os elementos condutores deverão ser eficazmente ligados ao sistema equipotencial na instalação a partir de condutores de equipotencialidade.

6.7 Ligação à terra de antenas de televisão e de telecomunicações

As antenas de televisão e de telecomunicações devem ser eficazmente ligadas à terra de protecção das massas, de forma directa ao barramento principal de terra/equipotencialidade do edifício.

Para o efeito é utilizado o ducto existente para a(s) coluna(s) montante(s).

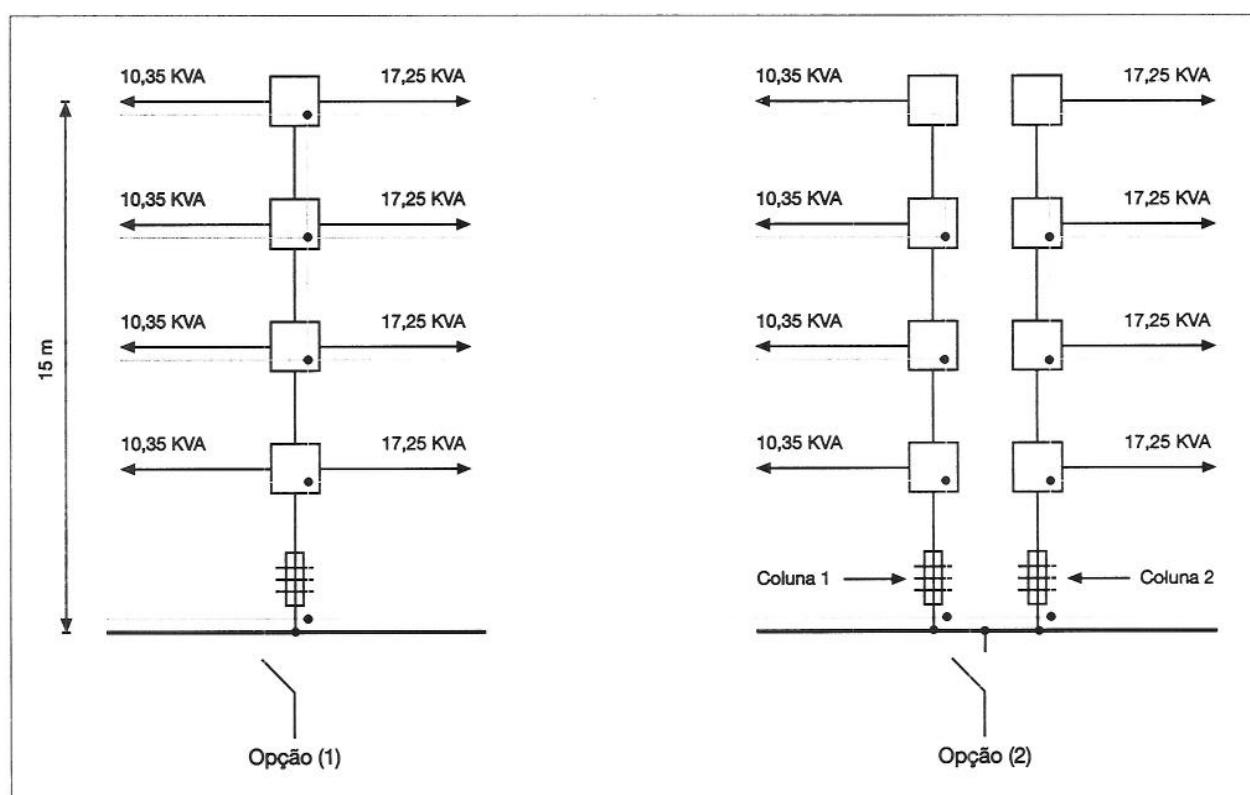
A secção a considerar será idêntica à da equipotencial principal (Quadro 30).

7. Exemplos

7.1 Dimensionamento de uma instalação colectiva de edifício

Dimensionar a(s) coluna(s) montante(s) de um edifício para habitações, com as características correspondentes às opções (1) e (2) da Fig. 5:

Dimensionamento de colunas montantes: exemplo



Proposta de solução:

• Opção (1)

1. Cálculo da potência de dimensionamento

Nº. de colunas: 1

Nº. de habitações: 8

Potência total: $4 \times 10,35 + 4 \times 17,25 = 110,4$ kVA

Coeficiente de simultaneidade: 0,75 (Quadro 18)

Potência de dimensionamento: $110,4 \times 0,75 = 82,8$ kVA

2. Cálculo da corrente de serviço

$$I_B = P / \sqrt{3} U_c \cos \varphi = 82\,800 / (1,73 \times 400) = 119,7 \text{ A } (\cos \varphi = 1)$$

3. Cálculo da secção

Considerando condutores isolados do tipo H07V-R instalados em tubos do tipo VD, a secção técnica a considerar será de 70 mm² ($I_Z = 171 \text{ A}$).

Notar que se verifica a condição $I_B < I_Z$.

O tubo será do tipo VD 90 (Quadro 21)

4. Selecção do dispositivo de protecção contra sobreatensões

O dispositivo de protecção escolhido foi o fusível do tipo gG que garante a protecção conjunta contra sobrecargas e curto-circuitos exigida regulamentarmente.

A corrente estipulada do fusível será:

$$I_n = 125 \text{ A } (I_2 = 1,6 \times I_n = 200 \text{ A}) \text{ (Quadro 10).}$$

O fusível respeita as condições de protecção contra sobrecargas (ver Cap. 2):

$$I_n \geq I_B \Rightarrow (125 \text{ A} > 119,7 \text{ A}) \text{ e}$$

$$I_2 \leq 1,45 I_Z \Rightarrow (200 \text{ A} < 1,45 \times 171 = 248 \text{ A}).$$

Como o poder de corte de um fusível do tipo gG é de 100 kA e o poder de corte previsível para uma alimentação de electricidade a partir da rede pública de baixa tensão é significativamente inferior (nas condições mais desfavoráveis, ou seja, na proximidade de um posto de transformação de distribuição pública, os valores típicos são inferiores a 6 kA), a regra de poder de corte está verificada.

Como o fusível escolhido garante a protecção simultânea contra sobrecargas e curto-circuitos, uma vez verificada a regra do poder de corte, é dispensável a verificação da regra do tempo de corte (ver Cap. 2).

5. Verificação da condição de queda de tensão

Uma análise simplificada do cálculo das quedas de tensão pode ser feito considerando uma situação mais desfavorável do que a situação real e corresponde à alimentação de toda a potência no topo da coluna (15 metros).

Para este caso, a queda de tensão será $u = 119,7 \times 0,0225 \times 15 / 70 = 0,58 \text{ V}$ (ver Quadro 14) o que, em percentagem é equivalente a 0,25%. $I_B \quad I_Z \quad L \quad S$

Esta queda de tensão é claramente inferior ao máximo permitido de 1% (ver Quadro 19).

6. Selecção do aparelho de corte de entrada

O aparelho de corte de entrada será do tipo interruptor tetrapolar de corrente estipulada igual a 125 A e tensão estipulada 400 V.

7. Características normalizadas do QC e CXC

Quadro de colunas: Caixa de corte geral: GC (250 A) / Caixa de barramento: BBD (630 A) / Caixa de protecção de saída: PD (1 x 250 A – fusíveis tamanho 1)

Caixas de coluna: CAD (32 A)

8. Entradas

Secção – condutores de fase/neutro: Cobre, 6 mm² / VD 32

9. Protecção de pessoas – condutores de protecção

Coluna montante: condutor de protecção (PE), Cobre, 35 mm²

Entradas: condutor de protecção (PE), Cobre, 6 mm²

Opção (2)

Coluna 1:

Nº. de habitações: 4 Potência total: 4 x 10,35 = 41,4 kVA
Factor de simultaneidade: 1 (Quadro 18)
Potência de dimensionamento: 41,4 x 1 = 41,4 kVA
Corrente de serviço: $I_B = P / \sqrt{3} U_c \cos \varphi = 41\,400 / (1,73 \times 400) = 59,8 \text{ A} (\cos \varphi = 1)$

Coluna 2:

Nº. de habitações: 4 Potência total: 4 x 17,25 = 69 kVA
Factor de simultaneidade: 1 (Quadro 18)
Potência de dimensionamento: 69 x 1 = 69 kVA
Corrente de serviço: $I_B = P / \sqrt{3} U_c \cos \varphi = 69\,000 / 1,73 \times 400 = 99,7 \text{ A} (\cos \varphi = 1)$

Procedendo de forma análoga à anterior para cada coluna montante, obteríamos os resultados apresentados no Quadro 31:

QUADRO 31 Dimensionamento de instalações colectivas: exemplo

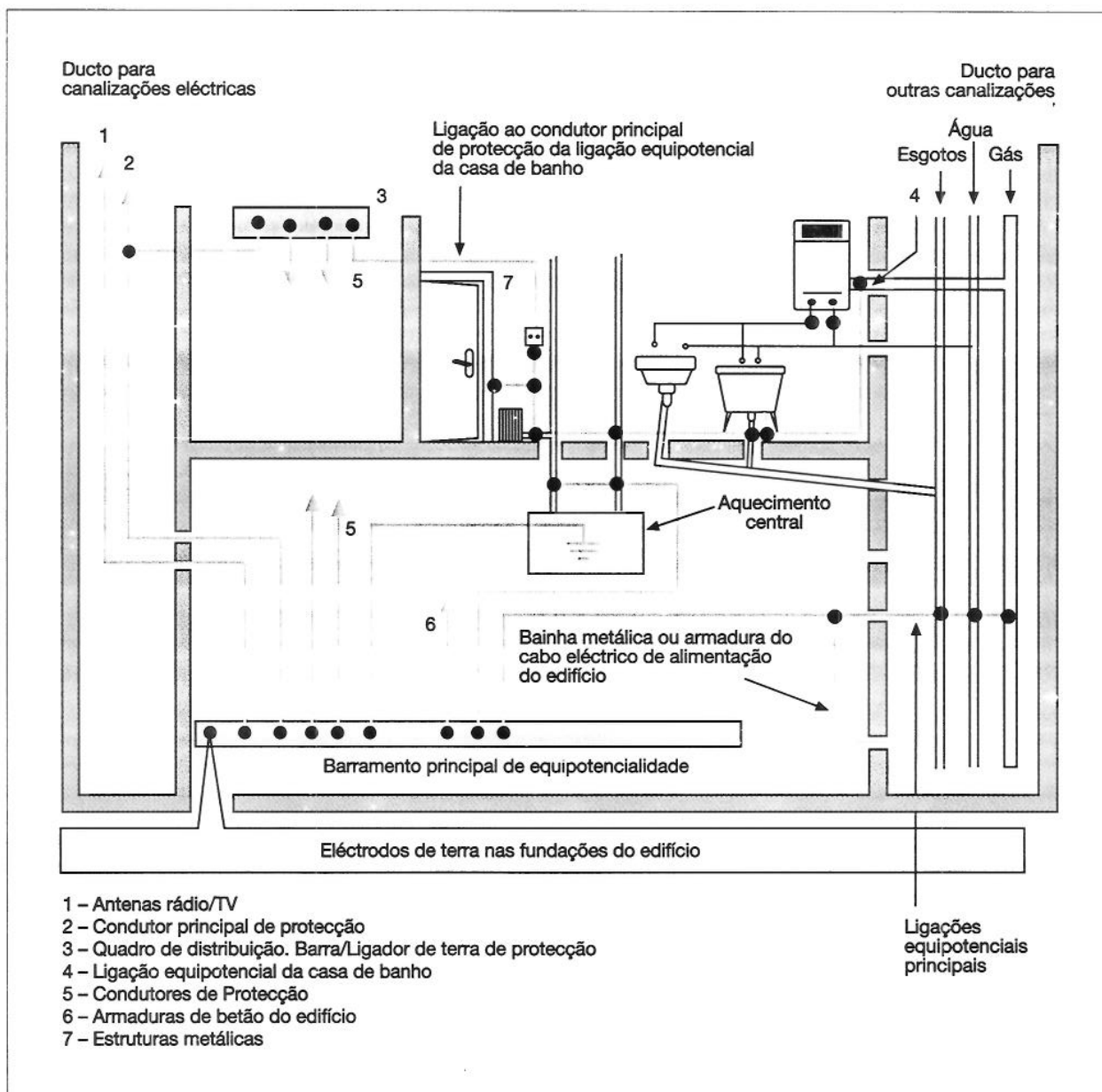
Características	Coluna 1	Coluna 2
	Dimensionamento	Dimensionamento
Potência de cálculo	41,4 kVA	69 kVA
Corrente de serviço	59,8 A	99,7 A
Secção	25 mm ²	50 mm ²
Diâmetro do tubo	VD 63	VD 75
Intensidade estipulada do fusível gG	63 A	100 A
Queda de tensão	0,35 %	0,29 %
Intensidade estipulada do aparelho de corte geral	---	---
Tensão estipulada do aparelho de corte geral	400 V	400 V
Quadro de colunas		
Caixa de corte geral	GC (250 A)	
Caixa de barramento	BBD (630 A)	
Caixas de saída	PC (2 x 100 A – fusíveis tamanho 00) + PA (32 A / QSC)	
Caixas de coluna	CAD (32 A)	CAD (32 A)
Entradas	Idem opção 1	Idem opção 1

A opção entre as duas soluções, no caso de inexistência de razão justificativa prioritária, deveria ser feita com base numa análise de custos.

7.2 Exemplo de ligação equipotencial principal em edifício colectivo

Exemplo de esquema de ligações da ligação equipotencial principal num edifício colectivo (Fig. 6)

FIGURA 6 Ligação equipotencial principal de edifício colectivo: exemplo



7.3 Exemplo de sistema de terra das massas

A Fig. 7 apresenta um exemplo de sistema de terra das massas para um edifício colectivo. De relevar que os exemplos propostos prevêm a existência dos sistemas de terra das massas e dos sistemas equipotencial.

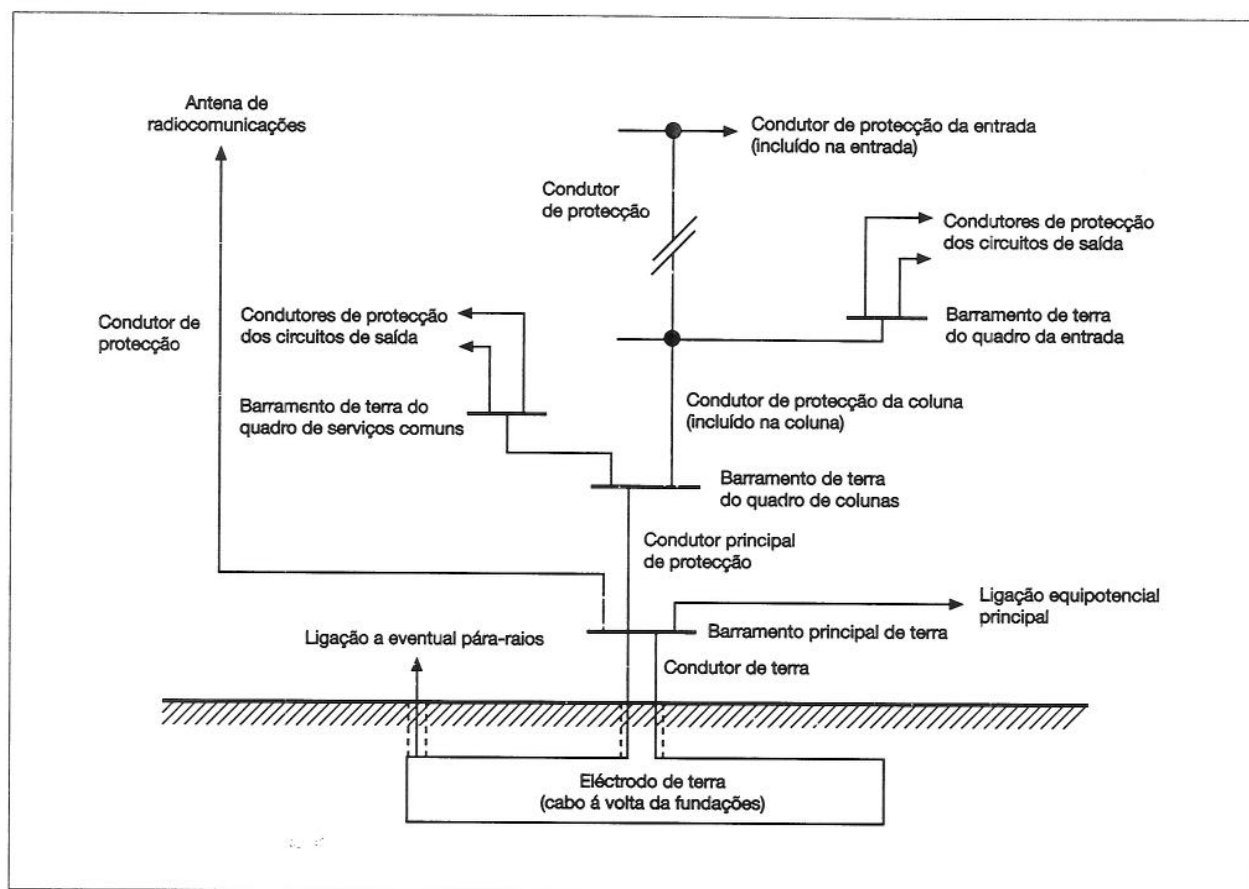
Chama-se a atenção para os modos de ligação das antenas de radiocomunicações e dos pára-raios de protecção de edifícios contra sobretensões.

No primeiro caso, a ligação é feita a partir da instalação de condutor de protecção específico directamente no terminal/barramento principal de terra.

No segundo caso, a ligação é feita directamente e de forma diferenciada dos sistemas da instalação, a partir do estabelecimento de condutor de descida (ver Cap. 8).

FIGURA 7

Sistema de terra das massas de edifício colectivo



8. Protecção de edifícios e estruturas contra sobretensões atmosféricas

A protecção de edifícios contra sobretensões atmosféricas (diferente da protecção de instalações contra sobretensões atmosféricas) deverá ser prevista e implementada apenas quando se justificar.

Existem diversos critérios de avaliação da necessidade deste tipo de protecção, todos eles baseados na análise dos riscos potenciais de cada edifício.

De uma forma geral, de acordo com a publicação CEI 61 662, a análise de riscos é efectuada tendo em conta, por um lado a frequência previsível de incidentes no local em estudo e, por outro a frequência anual aceitável face às características do edifício (tipologia da estrutura, ocupação e consequências do incidente).

Da análise resulta a determinação do grau de necessidade da protecção: protecção opcional, protecção aconselhada e protecção necessária.

8.1 Critérios de decisão de protecção de edifícios

Tendo em consideração as orientações do Guia Técnico de Pára-Raios editado pela Direcção Geral de Energia (DGE), os critérios qualitativos de avaliação da necessidade da protecção em questão são indicados nos quadros seguintes (Quadro 32 a Quadro 34):

Protecção de edifícios contra sobretensões atmosféricas: critérios de classificação dos edifícios

Riscos associados à ocupação/utilização dos edifícios	Classificação e exemplos	
	Classificação	Exemplos
Sem riscos especiais	CD 1	Edifícios de habitação
Ocupação significativa	CD 2	Escolas, hotéis, cinemas, centros comerciais, hospitais
Conteúdos de elevado valor económico, científico ou cultural	CD 2	Museus, bibliotecas
Conteúdos com risco de incêndio	CD 2	Armazéns de cortiça, papel, combustíveis
Conteúdos com equipamentos particularmente sensíveis	CD 2	Centros informáticos e de telecomunicações
Conteúdos tóxicos, radioactivos ou similares	CD 3	Armazéns pesticidas
Conteúdos com risco de explosão	CD 3	Armazéns de combustíveis, explosivos

Protecção de edifícios contra sobretensões atmosféricas: critérios de classificação de riscos

Riscos associados à altura e implantação dos edifícios	Classificação e exemplos	
	Classificação	Exemplos
Risco atenuado	AI 1	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios ou estruturas em locais de reduzida incidência de descargas atmosféricas • Edifícios ou estruturas com proximidade imediata de estruturas de altura significativamente superior • Edifícios ou estruturas localizados na base de escarpas profundas
Risco normal	AI 2	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios ou estruturas com implantação não assinalável face ao terreno
Risco agravado	AI 3	<ul style="list-style-type: none"> • Edifícios ou estruturas de altura superior a 25 metros • Edifícios ou estruturas de implantação saliente no terreno ou em altos de elevação significativa • Edifícios ou estruturas na proximidade de penhascos ou desfiladeiros, em particular na orla marítima

QUADRO 34

Protecção de edifícios contra sobretensões atmosféricas: critérios de decisão

Riscos associados à ocupação/utilização dos edifícios	Riscos associados à altura e implantação dos edifícios		
	Risco atenuado (AI 1)	Risco normal (AI 2)	Risco agravado (AI 3)
Estruturas comuns (CD 1)	Não necessário	Aconselhável	Aconselhável
Estruturas com riscos específicos (CD 2)	Aconselhável	Necessário	Necessário
Estruturas com riscos para as imediações (CD 3)	Necessário	Necessário	Necessário

8.2 Concepção das instalações

Como nota geral, é de relevar que uma concepção óptima em termos técnicos e económicos deste tipo de instalações só é possível desde que a necessidade de protecção seja equacionada e compatibilizada a nível da concepção e da construção do edifício.

Em particular, a hipótese de utilização de partes metálicas dos edifícios e estruturas como elementos do sistema de protecção só será possível se estiver prevista na concepção e projecto dessas edificações.

Em termos técnicos, existem diversos modelos de concepção dos sistemas de protecção contra sobretensões atmosféricas de edifícios e estruturas (CEI 61 024 - 1, pr EN 61 024 (2000)).

Um dos mais vulgarizados é aquele que se baseia na definição dos volumes protegidos, determinados a partir da utilização do modelo electrogeométrico.

Neste modelo, a localização dos dispositivos de captura (também designados por captores) é estabelecida com base na análise dos resultados do estabelecimento de uma esfera fictícia tridimensional de raio variável por forma que não seja possível atingir o volume a proteger sem contacto prévio com um desses dispositivos.

No que se refere a sistemas de terra, salienta-se que o escoamento de descargas atmosféricas à terra corresponde a uma operação no domínio das altas frequências.

Assim sendo, o comportamento eficaz destes sistemas depende da forma e das dimensões dos eléctrodos de terra seleccionados.

É de notar que o tipo de funcionamento acima referido é fundamentalmente diferente da operação como componente do sistema de protecção das massas nas instalações de utilização, este fundamentalmente no domínio das baixas frequências.

Tendo em conta estas duas ópticas, um **sistema de terra único e integrado** (protecção contra sobretensões atmosféricas, protecção de pessoas nas instalações de utilização em baixa tensão e protecção das instalações de comunicações) é aquele que garante a melhor solução técnica em termos de protecção completa.

Tendo em conta a especialização e alguma sofisticação destas instalações, recomenda-se que a concepção, o projecto e a execução destes sistemas sejam efectuados e acompanhados por quadros técnicos com formação adequada.

Toda esta actividade deverá ser enquadrada pelo Guia Técnico de Pára-Raios, editado pela Direcção Geral de Energia (1ª edição em 1989, reedição em 2000).

8.3 Constituição dos sistemas de protecção

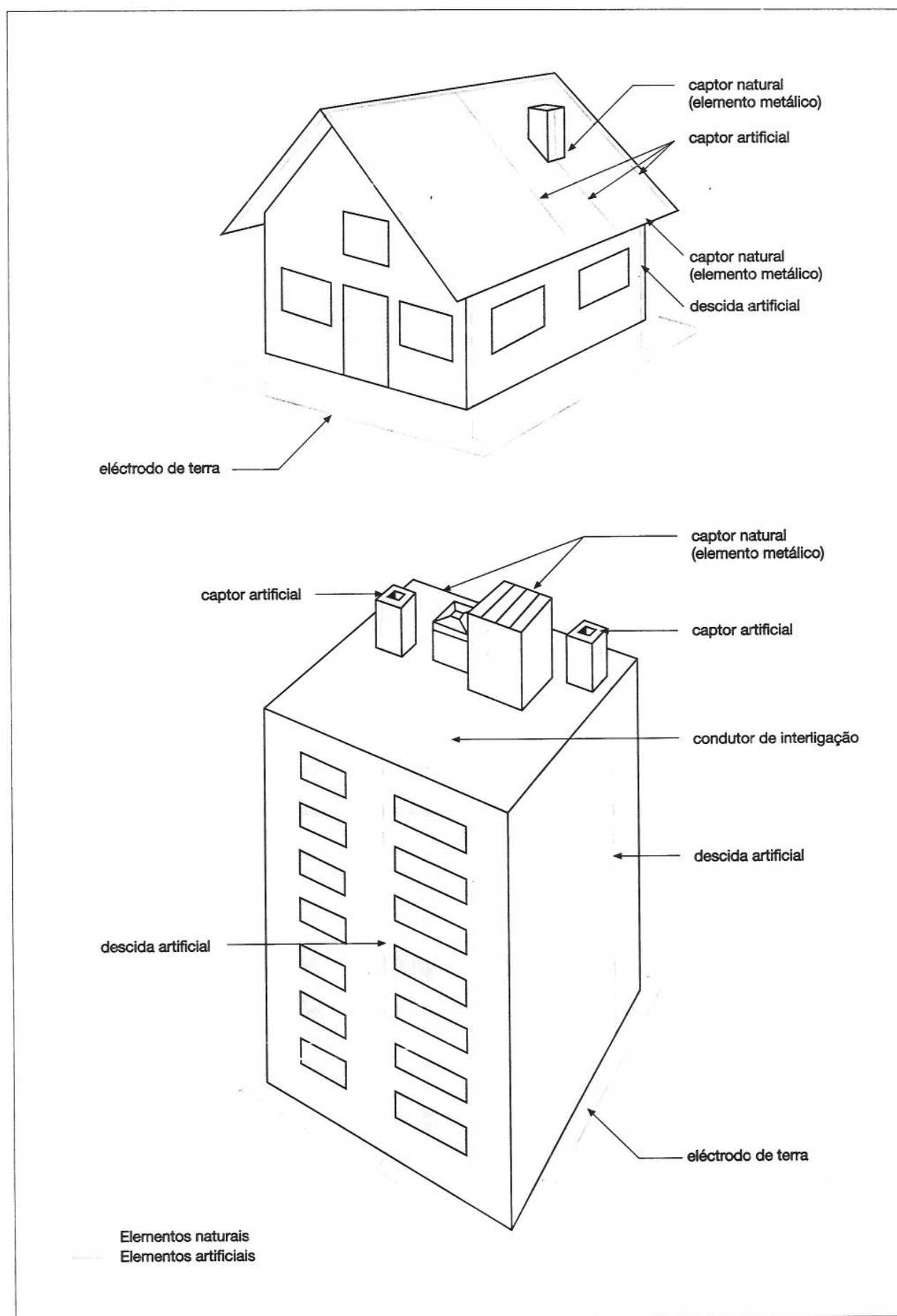
Os sistemas de protecção são basicamente constituídos por:

- **dispositivos de captura (também designados por captores):** dispositivos que têm por objectivo a redução da penetração da descarga atmosférica no edifício/estrutura e podem ser do tipo natural ou artificial
- **condutores de descida ou descidas:** conjuntos de condutores que se destinam a assegurar uma evacuação eficaz à terra das correntes de descarga (naturais e artificiais)
- **sistemas de terra e respectivas ligações:** conjuntos de eléctrodos que se destinam a dispersar as correntes de descarga
- **equipotenciais e respectivas ligações:** conjuntos de condutores que se destinam à prevenção das descargas laterais (previsíveis entre os condutores do para-raios e os elementos condutores existentes na proximidade e que sejam susceptíveis de propagar potenciais)

Estes sistemas devem ser controlados periodicamente, estabelecendo-se o período entre inspecções em função dos níveis de protecção necessários (em regra, entre 1 (nível muito elevado) e 5 anos (nível normal/fraco)).

FIGURA 8

Protecção contra sobretensões atmosféricas de edifícios e estruturas: exemplos



8.3.1 Dispositivos de captura

Os dispositivos de captura podem ser do tipo natural ou artificial. Neste último caso, devem ser constituídos em cobre, ferro galvanizado por imersão a quente ou aço inoxidável com as características indicadas no Quadro 35:

Protecção de edifícios contra sobretensões atmosféricas: dispositivos de captura

Tipos	Características (b)	Instalação
Artificiais		
Hastes verticais	<ul style="list-style-type: none"> • Varetas: diâmetro na base: 15 mm (ponteiras) e 25 mm (hastes) 	<ul style="list-style-type: none"> • Nos pontos mais vulneráveis • Posicionamento preferencial sem espiamento (a)
Condutores de cobertura	<ul style="list-style-type: none"> • Fios: secção 35 mm² (Cobre) ou 50 mm² (ferro galvanizado/aço inoxidável) • Cabos nus: secção 35 mm² (Cobre)/diâmetro do fio 1 mm ou 50 mm²/diâmetro do fio 1,5 mm (ferro galvanizado/aço inoxidável) • Fitas: secção 40 mm² (Cobre)/espessura 2 mm ou 50 mm²/espessura 2,5 mm (ferro galvanizado/aço inoxidável) 	<ul style="list-style-type: none"> • Interligação de todos os captores • Interligação de elementos metálicos existentes a menos de 10 metros dos condutores • Fixação à cobertura (mínimo de dois pontos por metro)
Emalhado de condutores (gaiola de Faraday)	<ul style="list-style-type: none"> • Fios: secção 35 mm² (Cobre) ou 50 mm² (ferro galvanizado/aço inoxidável) • Cabos nus: secção 35 mm² (Cobre)/diâmetro do fio 1 mm ou 50 mm²/diâmetro do fio 1,5 mm (ferro galvanizado/aço inoxidável) • Fitas: secção 40 mm² (Cobre)/espessura 2 mm ou 50 mm²/espessura 2,5 mm (ferro galvanizado/aço inoxidável) 	<ul style="list-style-type: none"> • As malhas devem ser tanto quanto possível regulares • Quando a montagem seja oculta sobre telhas ou placas de cobertura, o conjunto deve ser complementado com ponteiras nas cumeeiras de comprimento útil não inferior a 30 cm da cobertura • Fixação à cobertura (mínimo de dois pontos por metro)
Naturais		
Coberturas de chaminés, claraboias, depósitos, tomadas de ar de sistemas AVAC, etc	<ul style="list-style-type: none"> • Espessura da ordem dos 4 - 5 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessária a equipotencialização no caso de existência de mais do que um conjunto condutor

(a) No caso da necessidade de espiamento para garantia de rigidez, a utilização de espas metálicas implicará a continuidade eléctrica às hastes e a ligação à terra ou às descidas

(b) Dimensões mínimas

8.3.2 Condutores de descida

Como regra geral, os condutores de descida devem:

- constituir um sistema em paralelo para evacuação das correntes de descarga
- ter comprimento mínimo
- garantir equipotencialidade com as partes condutoras do edifício ou estrutura
- proporcionar a continuidade directa dos captores.

O número de descidas a prever é função do nível de protecção pretendido (fraco a muito elevado).

Estes condutores podem ser do tipo natural ou artificial. Neste último caso, devem ser constituídos em cobre, ferro galvanizado por imersão a quente, aço inoxidável ou outros materiais adequados com as características indicadas no Quadro 36.

O traçado deverá ser rectilíneo e vertical, sendo de evitar as mudanças bruscas de direcção.

Cada descida deverá ser dotada de ligador amovível para controlo do estado do sistema (continuidade eléctrica, resistência dos eléctrodos de terra).

Sempre que se justifique, as descidas deverão ser protegidas contra acções mecânicas (até 2 metros acima e 0,5 metros abaixo do solo), tendo-se em conta na selecção do material o facto de que não deverá ser aumentada a impedância de onda (em particular, a utilização de tubos metálicos exige que estes sejam ranhurados).

QUADRO 36

Protecção de edifícios contra sobretensões atmosféricas: condutores de descida

Tipos	Características (a)	Instalação
Artificiais		
Condutores nus	• Secção 16 mm ² (Cobre) ou 50 mm ² (ferro galvanizado/aço inoxidável)	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação à vista • Fixação ao edifício/estrutura (mínimo de dois pontos por metro) • Não devem ser utilizados cabos isolados (coaxiais ou não) • A distribuição deve ser regular ao longo do perímetro do edifício ou estrutura • Número de descidas: cada 10 - 25 metros do perímetro em função do nível de protecção • Devem ser evitados traçados próximos de locais de permanência de pessoas (varandas, portas, janelas) e locais em que sejam previsíveis acções mecânicas intensas • Em edifícios e estruturas de altura superior a 20 metros, devem ser previstas ligações (aneis) horizontais com espaçamento máximo de 20 metros • Para cada descida devem ser previstos ligadores amovíveis
Naturais		
Guias de elevadores, escadas metálicas exteriores		<ul style="list-style-type: none"> • Não é permitida a utilização das armaduras de betão pré-esforçado como descidas • As armaduras de betão armado podem ser utilizadas como descidas naturais desde que seja garantida a sua continuidade eléctrica

(a) Dimensões mínimas

8.3.3 Sistema de terra

Pelas razões atrás apontadas, o sistema de terra de um edifício ou estrutura deverá ser único e integrado.

Tendo em conta a particularidade operacional deste sistema, em especial no que se refere às altas frequências, não faz sentido estabelecer valores máximos para a resistência de terra.

No entanto, em condições normais, não deve ser excedido o valor de 10 Ohm.

O sistema de terra mais adequado a estas funções é do tipo anel enterrado a um mínimo de 80 cm de profundidade (disposição B - CEI 61 024 - 1) - sistema de terra nas fundações.

Quando o raio do anel resultar inferior a 8 metros, poderá ser utilizada a disposição radial a estabelecer em cada descida (pata de ave): disposição A - CEI 61 024 -1.

Poderá igualmente ser utilizada a associação de diferentes tipos de eléctrodos.

Os tipos de eléctrodos a considerar são indicados no Quadro 27.

8.3.4 Ligações equipotenciais

Todas as canalizações ou estruturas condutoras que penetrem no edifício ou sejam estabelecidas a menos de 3 metros do sistema de eléctrodos dos pára-raios devem ser equipotencializadas .
 As características das ligações equipotenciais são indicadas no Quadro 37:

QUADRO 37 Protecção de edifícios contra sobretensões atmosféricas: equipotenciais		
Tipos	Características	Instalação
Equipotenciais essenciais	<ul style="list-style-type: none"> • Secção 16 mm² (Cobre) ou 50 mm² (ferro galvanizado/aço inoxidável) 	<ul style="list-style-type: none"> • A equipotencialização dos sistemas é efectuada no barramento principal de terra do edifício ou estrutura (equipotencial principal) • Devem ser previstos shunts em todos os aparelhos e acessórios incluídos nas canalizações • A prevenção das descargas laterais exige a ligação ao sistema do pára-raios de todos os elementos condutores de dimensões significativas existentes
Equipotenciais não significativas	<ul style="list-style-type: none"> • Secção 6 mm² (Cobre) ou 16 mm² (ferro galvanizado/aço inoxidável) 	<ul style="list-style-type: none"> • A equipotencialização é feita em regra ao nível dos condutores (aneis) intermédios horizontais • A prevenção das descargas laterais exige a ligação ao sistema do pára-raios de todos os elementos condutores de dimensões significativas existentes

8.4 Protecção de sistemas de telecomunicações

As estruturas de suporte de sistemas de telecomunicações (móveis por exemplo), eventualmente montadas no topo dos edifícios, pela sua altura significativa poderão funcionar como dispositivos de captura e como elementos das descidas.

Assim sendo, há que ligá-las eficazmente ao sistema de terra do edifício.

Quando o edifício possuir um sistema de protecção contra sobretensões atmosféricas, as estruturas em questão devem ser ligadas directamente aos condutores de cobertura.

Anexo 1

Canalizações eléctricas - correntes admissíveis

Nas instalações eléctricas em locais residenciais, as canalizações eléctricas típicas são constituídas por condutores de alma de cobre, isolados a PVC.

O modo de colocação típico é a instalação em condutas circulares (tubos), em montagem aparente, encastrada ou em tectos falsos.

Como vimos atrás e em geral, a corrente admissível numa canalização eléctrica deve ter em conta um conjunto de factores de correcção dependentes, entre outros e considerando a situação em apreço, do modo de colocação (factor K_1), da temperatura ambiente (factor K_2) e do número de circuitos em presença (factor K_3).

Os quadros seguintes sintetizam a informação relevante nesta área (Quadro A1 – 1 a Quadro A1 – 3):

QUADRO A1 – 1 Factores de correcção das intensidades admissíveis em canalizações eléctricas – Modo de colocação

Modo de colocação	Situações específicas	Factores de correcção K_1
Em condutas/tubos, montagem aparente ou encastrada	Caso geral	1
	Ocos das construções	0,95
	Cabos multicondutores	0,9
	Condutas encastradas directamente em materiais térmicos isolantes	0,77
	Cabos encastrados directamente em materiais térmicos isolantes	0,7

QUADRO A1 – 2 Factores de correcção das intensidades admissíveis em canalizações eléctricas – Temperatura ambiente

Temperatura ambiente (°C)	Factores de correcção K_2 PVC	Factores de correcção K_2 XLPE/EPR
10	1,22	1,15
15	1,17	1,12
20	1,12	1,08
25	1,06	1,04
30	1	1
35	0,94	0,96
40	0,87	0,91
45	0,79	0,87
50	0,71	0,82
55	0,61	0,76
60	0,50	0,71
65	--	0,65

Quadro A1.3

Factores de correcção das intensidades admissíveis em canalizações eléctricas – Número de circuitos ou de cabos multicondutores encastrados nas paredes

Número de circuitos ou de cabos multicondutores	Factores de correcção K_3
1	1
2	0,8
3	0,7
4	0,65
5	0,6
6 - 7	0,57 - 0,54 ,
8 - 9	0,52 - 0,5

O Quadro A1 – 4 apresenta um exemplo de síntese dos valores das intensidades máximas admissíveis a considerar para condutores de cobre:

Quadro A1.4

Intensidades admissíveis em canalizações eléctricas Modo de colocação: condutores de cobre isolados em tubos

Tipo de isolamento	PVC		XLPE/EPR	
	2 cond. em carga	3 cond. em carga	2 cond. em carga	3 cond. em carga
Secções (mm ²)				
1,5	17,5	15,5	23	20
2,5	24	21	31	28
4	32	28	42	37
6	41	36	54	48
10	57	50	75	66
16	76	68	100	88
25	101	89	133	117
35	125	110	164	144
50	151	134	198	175
70	192	171	253	222
95	232	207	306	269

NOTAS

NOTAS