

CADERNOS TÉCNICOS



Instalações locais de habitação

Canalizações e equipamentos eléctricos

Protecção contra sobreintensidades

Instalações de utilização

Locais contendo banheiras ou chuveiros
(casas de banho)

Piscinas e semelhantes

Locais contendo radiadores para sauna

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 disjuntores, 10
- 2.2 Regras gerais de protecção contra sobreintensidades, 11
 - 2.2.1 Protecção contra sobrecargas, 12
 - 2.2.2 Protecção contra curto-circuitos, 13

- 3.1 Concepção das instalações, 14
 - 3.1.1 Potência previsível, 14
 - 3.1.2 Potências contratuais, 15
 - 3.1.3 Desenho de circuitos, 15
- 3.2 Selecção de quadros eléctricos, canalizações e aparelhagem de corte e protecção, 16
- 3.3 Protecção de pessoas contra choques eléctricos, 19
- 3.4 Sistema de terra de protecção, 20
 - 3.4.1 Eléctrodos de terra, 20
 - 3.4.2 Condutores de terra, 21
 - 3.4.3 Terminal principal de terra, 22
 - 3.4.4 Condutores de protecção (PE), 22
 - 3.4.5 Ligações equipotenciais, 23
 - 3.4.6 Massas e elementos condutores, 23

- 4.1 Concepção de instalação de utilização, 25
- 4.2 Quadros eléctricos de entrada, 26
- 4.3 Sistema de terra de protecção, 26

- 5.1 Volumes convencionais e influências externas, 27
- 5.2 Canalizações, equipamentos e aparelhagem eléctrica, 29
- 5.3 Protecção contra choques eléctricos, 31
- 5.4 Banheiras de hidromassagem, 32
- 5.5 Ligação equipotencial suplementar nas casas de banho, 32

- 6.1 Volumes convencionais e influências externas, 34
- 6.2 Canalizações, equipamentos e aparelhagem eléctrica, 35
- 6.3 Protecção contra choques eléctricos, 36

- 7.1 Zonas convencionais e influências externas, 37
- 7.2 Canalizações, equipamentos e aparelhagem eléctrica, 38
- 7.3 Protecção contra choques eléctricos, 38

Anexo: Canalizações eléctricas – Correntes admissíveis, 39

Introdução

Locais de habitação são os locais destinados a habitação particular.

As instalações eléctricas destes locais devem garantir a alimentação eficaz de todos os aparelhos electrodomésticos de uso corrente.

Assim sendo, tendo em conta que as ampliações posteriores são caras e inestéticas e em algumas situações podem ser potencialmente perigosas (utilização de fichas múltiplas e de cabos proiungadores), a sua concepção racional é o melhor meio de proporcionar ao utilizador o conforto e segurança adequados.

As instalações são geralmente abastecidas a partir da rede de distribuição pública de energia eléctrica em baixa tensão e são de dois tipos: monofásicas (230 V) ou trifásicas (400 V).

Preferencialmente deverão ser monofásicas, registando-se uma evolução positiva na oferta de potência disponível para alimentação monofásica por parte do distribuidor público.

O abastecimento pode ser feito de forma directa e individualmente (por exemplo, para uma moradia) ou para um conjunto de habitações (por exemplo, para um edifício de apartamentos). Neste último caso, as instalações para alimentação de electricidade serão constituídas por duas partes: as instalações colectivas (serviços comuns dos edifícios, quadro de colunas, colunas montantes, caixas de coluna) e as instalações individuais de cada local de habitação (instalações de utilização), cada uma das quais com regras de concepção específicas.

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).

Instalações eléctricas em locais de habitação

Cadernos Técnicos CertielTec 02

L.M. Vilela Pinto

Propriedade

CERTIEL

Associação Certificadora de Instalações Eléctricas

Design gráfico

XP design, lda.

Impressão

Grafiasa, SA

Data

Fevereiro 2002

Tiragem

10 000 exemplares

Depósito legal

N.º 175 039/02

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):

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	
Flexibilidade	• Condutor flexível da classe 5	-A
	• Condutor flexível da classe 6	-F
	• Condutor ou cabo flexível para instalação fixa	-H
	• Condutor rígido circular cableado	-K
	• Condutor rígido sectorial cableado	-R
	• Condutor rígido maciço circular	-S
	• Condutor rígido maciço sectorial	-U
Composição	• Número de condutores	-W
	• 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	EV FV
H07V-K	
A05VV-U	VV (a)
A05VV-R	
H03VV-F	FW FW
H05VV-F	
PT-N05VVH2-U	VVD
H03VVH2-F	FWVD
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	• 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	• Canalizações fixas em locais secos ou húmidos	Não apropriados para instalações exteriores, nem embebidos no betão
H03VH-Y	• 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	• 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 (XPLE) 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:

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	• Canalizações em PVC (utilizáveis até 70 °C) • Canalizações em XLPE e EPR (utilizáveis até 90 °C)	• Sem restrições
Presença de água (AD)	• 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	• Utilização de cabos com bainhas ou invólucros isolantes	• Utilização em instalações fixas
Resistência eléctrica do corpo humano (BB)	• As canalizações devem ser compatíveis com as condições de resistência do corpo humano (Normal / Baixa / Muito baixa)	• 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	• 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 1070 (1984).

O código IK (NP EN 50102) 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 60529)

IK XX (NP EN 50102)

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:

Quadro 6 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

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 IK		
Códigos	Classe de influências externas	Graus de protecção
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 50102, NP EN 60529 e NP 999

Utilização dos locais	Codificação anterior (NP 999)		Codificação actual (NP EN 50102 / 60529)	
	Ambientes locais	Graus de protecção	Influências externas	Graus protecção
Locais habitacionais – salas, quartos, corredores e outros compartimentos com solo não condutor, sotãos	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 de 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 eléctricas dos locais de habitação, a protecção contra sobreintensidades é, **em regra**, garantida pela instalação de disjuntores.

2.1 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:

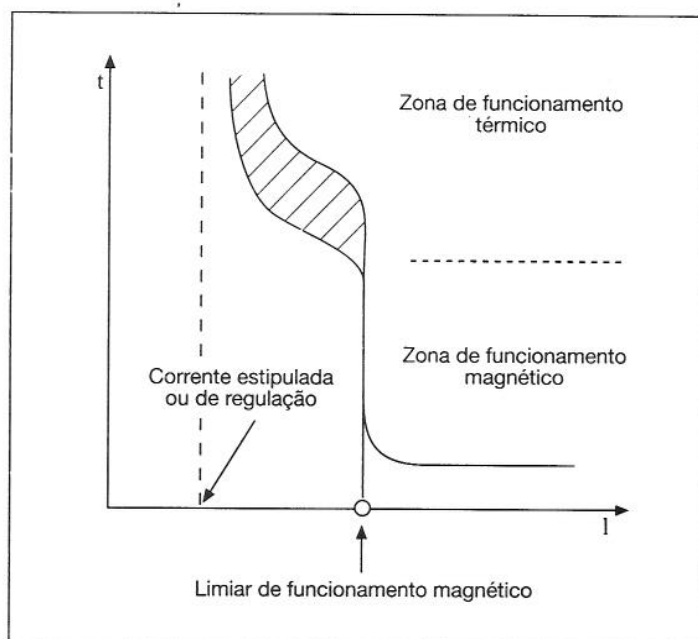
- *Corrente estipulada ou de regulação* (vulgarmente designada e conhecida por calibre);
- *Corrente convencional de não funcionamento*;
- *Corrente convencional de funcionamento*;
- *Poder de corte*.

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 Figura 1 apresenta a zona de funcionamento típica de um disjuntor equipado com disparadores dos tipos térmico e magnético:

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 60947-1, EN 60947-2, EN 60898 e EN 61009 – Disjuntores diferenciais com protecção incorporada contra sobreintensidades);
- Normas Portuguesas: NP 3510, NP EN 60947, NP EN 60898 e NP EN 61009.

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 61400.

2.2 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).

2.2.1 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);

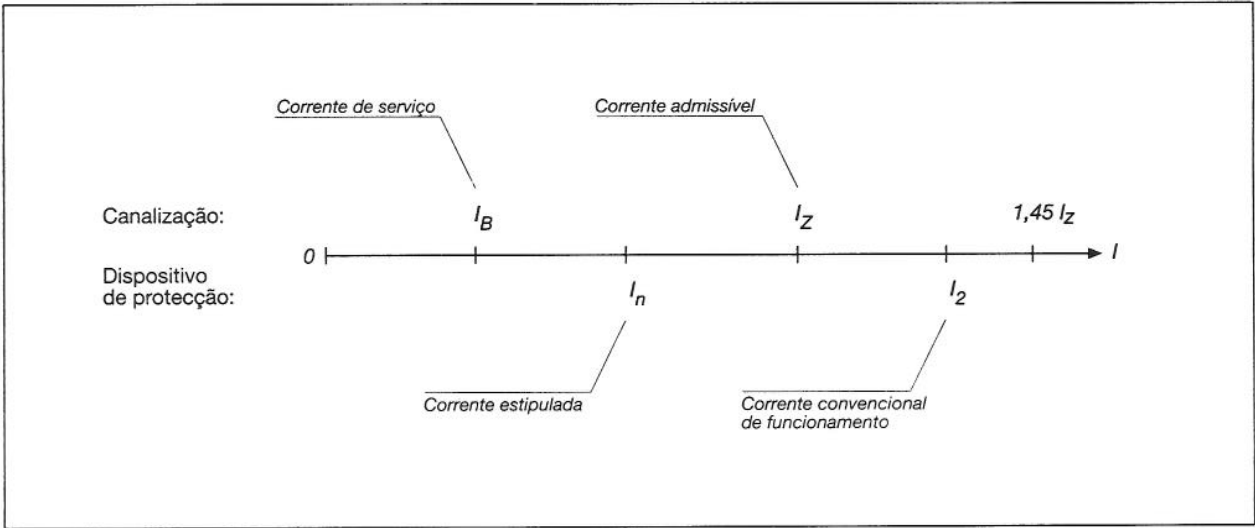
$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

- 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. 2):

Representação esquemática das condições de protecção contra sobrecargas



Tratando-se de disjuntores modulares para usos domésticos (pequenos disjuntores), a corrente de funcionamento é igual a 1,45 vezes a corrente estipulada ou de regulação (calibre).

A aplicação das regras atrás indicadas permite estabelecer a tabela seguinte que pode servir para seleccionar de forma simples os disjuntores a instalar nos diversos circuitos das instalações eléctricas de locais habitacionais:

Seleccção de disjuntores para usos domésticos (EN 60898) 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)

2.2.2 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. Instalações de utilização

A segurança e o conforto (flexibilidade de utilização, satisfação das necessidades) dos utilizadores são os objectivos fundamentais a atingir na concepção e execução destas instalações.

Para isso, as instalações devem:

- garantir a utilização eficaz de todos os electrodomésticos de uso corrente que sejam previsíveis;
- ser calculadas com base em valores realistas de potência previsível;
- ser convenientemente subdivididas;
- ter capacidade de expansão.

3.1 Concepção das instalações

As instalações de locais de habitação são, em regra, monofásicas (até 13,8 kVA e sem receptores trifásicos), sendo genericamente os circuitos finais do tipo monofásico.

3.1.1 Potência previsível

Na ausência de informação mais precisa em matéria de equipamentos a considerar, são definidos valores de potências mínimas por habitação a considerar (Quadro 11):

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.

Para uma avaliação mais precisa da potência de cálculo, a título de exemplo, no Quadro 12 apresentam-se valores típicos de potência específica que podem ser usados:

Instalações de utilização em locais de habitação: potências específicas

Tipo de utilização	Número de compartimentos (a)	Potências específicas
Iluminação e tomadas de usos gerais	---	25 VA / m ²
Climatização ambiente eléctrica	---	80 VA / m ²
Máquinas de lavar	---	3,3 kVA

Tipo de utilização	Número de compartimentos (a)	Potências específicas
Cozinha eléctrica	Até 3	3 kVA
	4	4 kVA
	5	5 kVA
	6 ou mais	8 kVA
Aquecimento de água eléctrico (b)		
	Até 3	1,5 kVA
	4 e 5	2 kVA
	6 e mais	3 kVA

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

(b) Tipicamente pouco utilizado por razões económicas, face a outras formas de energia mais vocacionadas (GPL – butano ou propano, Gás natural).

Em complemento do quadro anterior e, no que se refere à avaliação de potência a prever, o Quadro 13 sugere opções em função de condições reais de instalação de equipamentos:

Instalações de utilização em locais de habitação: opções de concepção

Opção de equipamentos instalados	Opções de cálculo de potência
Instalação fixa de climatização ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminação + tomadas de usos gerais (25 VA / m²) • Máquinas de lavar (3,3 kVA)
Instalação fixa de aquecimento de água e cozinha não eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminação + tomadas de usos gerais (25 VA / m²) • Climatização ambiente eléctrica (opção do cliente) (80 VA / m²) • Máquina de lavar (3,3 kVA)
Não estabelecida	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminação + tomadas de usos gerais (25 VA / m²) • Climatização ambiente eléctrica (opção do cliente) (80 VA / m²) • Máquinas de lavar (3,3 kVA) • Cozinha eléctrica (opção do cliente) de acordo com Quadro 12 • Aquecimento eléctrico de água (opção do cliente) de acordo com Quadro 12

3.1.2 Potências contratuais

No âmbito da definição do sistema tarifário de energia eléctrica, acordado entre o Distribuidor Público, a Entidade Reguladora do Sector Eléctrico (ERSE) e a Administração Pública, são definidos níveis normalizados de potência contratada que fazem parte dos contratos de fornecimento de energia eléctrica celebrados entre o Distribuidor Público e o cliente.

A cada valor de potência corresponde um dado encargo de potência (EUR./mês) para cada regime tarifário (tarifa social, tarifa simples e tarifa bi-horária).

Os valores de potência contratada típicos para estes locais são:

1,15 – 3,45 – 6,9 – 10,35 – 13,8 – 17,25 – 20,7 kVA

3.1.3 Desenho de circuitos

O conforto e flexibilidade de utilização implicam a adequada subdivisão de circuitos.

Como regra geral, os circuitos destinados a utilizações distintas (iluminação, tomadas de usos gerais, tomadas de aquecimento, cozinha eléctrica, máquinas de lavar, etc.) devem ser distintos.

Por outro lado, devem também ser distintos os circuitos para alimentação de zonas específicas das habitações ou partes (casas de banho, cozinhas, lavandarias, quartos de permanência de crianças, jardins, etc.).

Além das regras apontadas, para os circuitos não destinados a equipamentos específicos, o número de pontos de utilização por circuito não deve ser superior a 8.

O Quadro 14 faz uma síntese dos circuitos que se aconselha sejam previstos nos locais de habitação:

QUADRO 14 Instalações de utilização em locais de habitação: de subdivisão de circuitos

Tipos de circuitos	Número de compartimentos (a)	Número mínimo de circuitos	Equipamento mínimo a considerar
Iluminação	• Até 5 • Mais de 5	• 1 • 2	Em todos os espaços: 1 caixa de aparelhagem no tecto (opção) (d) Nas cozinhas e casas de banho sugere-se a existência de 2 pontos fixos
Tomadas de usos gerais	• Até 5 • Mais de 5	• 1 • 2	Salas: 3-5 pontos de utilização (1 ponto em cada 3 metros) Quartos: 2 pontos de utilização + 1 para aparelho de rádio/TV Casas de banho: 1 ponto de utilização junto ao lavatório e no volume exterior Corredores e vestíbulo: 1 ponto de utilização cada 6 metros Arrecadações e garagens: 1 ponto de utilização Outros locais: 1 ponto de utilização
Climatização ambiente eléctrica (e)	• Até 5 • Mais de 5	• 1 • 2	Em todos os espaços: 1-2 pontos de utilização
Equipamento de cozinha/lavandaria (b)		Variável	• 3 tomadas para frigorífico, bancada (c) e lareira da chaminé (c) • 2 tomadas para máquinas de lavar ou 1 tomada dupla • 1 tomada ou caixa de aparelhagem para fogão (f) • 1 tomada para termoacumulador (eventual)

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

(b) Todos os equipamentos previstos devem ser alimentados por circuitos distintos especializados.

(c) De preferência do tipo duplo.

(d) Poderão ser previstas tomadas para alimentação específica de aparelhos de iluminação (salas, quartos).

(e) O número máximo de aparelhos por circuito deverá ser 5.

(f) Se o forno for independente prever mais um circuito.

3.2 Selecção de quadros eléctricos, canalizações e aparelhagem de corte e protecção

Todo o equipamento eléctrico a utilizar deverá ser de qualidade devidamente certificada (marcação CE, marcação HAR (condutores isolados e cabos)) e ser dimensionado de modo a possuir características adequadas às funções que lhe respeitam.

De uma forma geral, este tipo de instalações é equipada com:

- quadros do tipo pré-fabricado a instalar na entrada da habitação ou em local próximo com características ambientais e de acessibilidade adequadas;
- canalizações embebidas no solo e/ou nas paredes constituídas por condutores isolados protegidos por condutas circulares (tubos);
- aparelhagem de protecção contra sobreintensidades do tipo disjuntor;
- aparelhagem de protecção de pessoas contra contactos indirectos do tipo diferencial de média sensibilidade (300 mA).

O Quadro 15 sintetiza as características dos quadros eléctricos:

QUADRO 15 Instalações de utilização em locais de habitação: quadros eléctricos

Equipamentos	Características gerais	Características/Regras de instalação específicas
Índice de protecção	Mínimo de IP 20, IK 03	• Recomenda-se a selecção de invólucros de material não propagador da chama (NP 1073) • Os quadros devem ser equipados com barramentos de fase e de neutro
Aparelho de corte geral	• Intensidades estipuladas 16 – 20 – 25 – 32 – 40 – 50 – 63 • Tensão estipulada 230/400 V	• Podem ser equipados com relés diferenciais (Corrente diferencial residual estipulada: 30 – 100 – 300 – 500 mA)
Sistema de terra de protecção		• Os quadros devem ser equipados com barramento ou ligador de terra devidamente referenciados (Ver Sistema de terra de protecção)

Algumas boas práticas de carácter geral a considerar na concepção e execução de conjuntos de aparelhagem (quadros eléctricos) são indicadas em seguida:

- Prever sempre a existência de aparelho de corte de entrada (equipado ou não com protecção diferencial) de características adequadas à corrente de serviço previsível;
- Na previsão de correntes de curto-circuito elevadas (na proximidade dos postos de transformação, por exemplo), o número de saídas a projectar para os quadros no nível mais elevado da instalação deve ser reduzido ao indispensável;
- A subdivisão de circuitos deve ser usada com frequência para criar condições adequadas de selectividade;
- A associação de protecções deverá ser usada, em especial nas situações exigentes em matéria de poder de corte;
- A capacidade de evolução deverá ser sempre equacionada (constituição de reservas equipadas ou não, representando idealmente 30% de margem para ampliação);
- A localização dos quadros deverá ser feita criteriosamente, tendo em vista a optimização das instalações (canalizações, invólucros) e da utilização;
- Quando justificável, devem prever-se repartidores de energia (barramentos) adequadamente dimensionados (incluindo capacidade de expansão do número de saídas);
- Prever sempre um terminal ou barramento para ligação da terra de protecção das massas.

A nível construtivo, deverá ter-se em conta o controlo dos níveis de aquecimento em serviço normal (ventilação natural ou forçada).

No que se refere às ligações internas, relevam a existência de secções mínimas e a qualidade dos equipamentos de ligação.

No que se refere a canalizações eléctricas, os quadros seguintes fazem referência aos tipos, características e respectiva selecção (Quadros 16 a 18):

Instalações de utilização em locais de habitação: canalizações eléctricas

Equipamentos	Características gerais	Características/Regras de instalação específicas
Condutores e cabos		
Tipos	<ul style="list-style-type: none"> • Recomendada a categoria 07 (450/750 V) • Em regra, monofásicas • Canalizações fixas constituídas por condutores isolados protegidos por condutas circulares (tubos) e cabos • Todos os circuitos dotados de condutor de protecção 	<ul style="list-style-type: none"> • Condutores isolados dos tipos H07V-R ou H07V-U (NP 2356) • Tubos dos tipos VD, VM, VRM ou ERM (NP 1071) • Cabos rígidos dos tipos PT-N05VVH2-U (NP 3324), A05VV-R e A05VV-U (NP 2356), VV (CEI 502) e VAV (NP 2365) • Cabos flexíveis dos tipos H07RN-F e H05RR-F (NP 2357) e H05VV-F (NP 2356)
Secções	<ul style="list-style-type: none"> • A calcular de acordo com os critérios de queda de tensão e de protecção contra sobreintensidades • Secções mínimas pré-definidas 	<p>Secções mínimas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Iluminação: 1,5 mm² • Tomadas, termoacumuladores, máquinas de lavar/secar e climatização ambiente: 2,5 mm² • Fogões/fornos: 4 mm² • É permitida a utilização da secção de 1,5 mm² na alimentação de tomadas ligadas a circuitos de iluminação desde que respeitadas condições especiais (Cap. 8.0.1.5.8 das RTIEBT) • Secções mínimas dos condutores de protecção (PE) de acordo com Quadro 24
Condutas		
Tipos	VD – VM – VRM – ERM	<ul style="list-style-type: none"> • Os tubos do tipo VRM e ERM destinam-se essencialmente à utilização em edifícios com estrutura laminar (construção tipo túnel)
Diâmetros	<ul style="list-style-type: none"> • Pré-definidos diâmetros mínimos 	<ul style="list-style-type: none"> • Diâmetros mínimos em função do tipo e da secção dos condutores e cabos e dos tipos de tubos (ver Quadro 17 e Quadro 18)

Para a selecção de tubos, são definidos diâmetros mínimos a considerar em função dos tipos e secções dos condutores e cabos (Quadros 17 e 18).

QUADRO 17 Locais habitacionais: diâmetros nominais mínimos de tubos do tipo VD em função da secção dos condutores H07V-R e H07V-U (a)

Secção nominal dos condutores (mm²)	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16/20
2,5	12	12/16	16	16/20	20
4	12	16	16/20	20	20/25
6	12	16	20	20/25	25

Nota: A indicação de dois valores na tabela corresponde, respectivamente, ao estabelecimento à vista e embebido.
(a) Aconselha-se a não utilização de tubos de diâmetro 12 mm.

QUADRO 18 Locais habitacionais: diâmetros nominais mínimos de tubos do tipo VM, VRM e ERM em função da secção dos condutores H07V-R e H07V-U

Secção nominal dos condutores (mm²)	Número de condutores				
	1	2	3	4	5
1,5	16	16	16	20	20
2,5	16	16	20	20	25
4	16	20	20	25	25
6	16	20	25	25	32

A selecção dos tipos de tubos é condicionada pela localização (nas paredes exteriores, nas paredes interiores resistentes, nos tectos e pavimentos e em paredes divisórias).
No que se refere a aparelhagem, o Quadro 19 apresenta uma síntese das características técnicas dos equipamentos a prever para este tipo de instalações:

QUADRO 19 Instalações de utilização em locais de habitação: aparelhagem

Equipamentos	Características gerais	Características/Regras de instalação específicas
Tomadas		
Intensidade estipulada	10 – 16 A	<ul style="list-style-type: none">• Todas as tomadas devem obedecer à EN 60884-1 e ser dotadas de terminal de terra• Para a alimentação de fogões, a intensidade estipulada será de 32 A
Interruptores, comutadores e botões de pressão para interruptores		
Intensidade estipulada	10 A	<ul style="list-style-type: none">• Os botões para interruptores (NP 2899) podem ser para utilização em tensão reduzida ou à tensão da rede
 Protecção contra sobreintensidades		
Tipo de dispositivos	<ul style="list-style-type: none">• Em regra, tipo disjuntor	<ul style="list-style-type: none">• É permitida a utilização de fusíveis nos circuitos que alimentem exclusivamente outros quadros
Intensidades estipuladas	6 – 10 – 16 – 20 – 25 A 32 – 40 – 50 – 60 A	<ul style="list-style-type: none">• Os poderes de corte estipulados normalizados (EN 60898) são: 1,5 – 3 – 4,5 – 6 – 10 kA
 Protecção contra incêndio		
Tipo	<ul style="list-style-type: none">• Aparelho diferencial de sensibilidade ≤ 500 mA	<ul style="list-style-type: none">• A protecção contra incêndio constitui uma valia suplementar da utilização dos aparelhos diferenciais
 Protecção contra sobretensões		
Tipo	<ul style="list-style-type: none">• Descarregador de sobretensões a instalar à entrada da instalação	<ul style="list-style-type: none">• Este tipo de protecção é recomendado quando as instalações forem abastecidas por redes aéreas de distribuição em BT (condutores nus ou torçadas) e quando a segurança de bens e/ou a continuidade de serviço forem relevantes

3. 3 Protecção de pessoas contra choques eléctricos

A protecção de pessoas contra contactos directos é realizada regra geral pelo isolamento e afastamento das partes activas das instalações e equipamentos.
A protecção de pessoas contra contactos indirectos neste tipo de instalações é assegurada pela implementação do esquema de ligações designado por TT – Ligação das massas à terra em associação com aparelhos de corte automático.

Neste tipo de instalações, os aparelhos de corte automático são do tipo diferencial de sensibilidade e características adequadas.

QUADRO 20 Instalações de utilização em locais de habitação: protecção de pessoas

Equipamentos	Características gerais	Características/Regras de instalação específicas
Componentes em geral	<ul style="list-style-type: none"> Recomenda-se que sejam da classe II ou de isolamento equivalente (a) 	
Dispositivos de corte automático	<ul style="list-style-type: none"> Aparelho diferencial (EN 61008 e EN 61009) 	<ul style="list-style-type: none"> Corrente diferencial residual estipulada: 30 – 100 – 300 – 500 mA A protecção poderá ser assegurada: Pelo disjuntor/interruptor de entrada com protecção diferencial Se o interruptor/disjuntor de entrada não tiver protecção diferencial a protecção deverá ser assegurada individualmente em cada um dos circuitos do quadro devendo a parte entre o interruptor/disjuntor de entrada e os diferenciais individuais ser realizada com material da classe II ou equivalente (isolamento suplementar na instalação ou separação do invólucro metálico por isolamento suplementar) Os aparelhos podem ser do tipo G (usos gerais) ou do tipo S (Selectivos)
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 Sistema de terra de protecção

(a) Equipamentos da classe II são aqueles em que a protecção contra choques eléctricos é garantida não só pelo isolamento principal, mas também por medidas complementares de segurança tais como o duplo isolamento ou o isolamento suplementar. A classe II garante por si só a segurança própria, não havendo necessidade de tomada de qualquer outra medida de protecção contra contactos indirectos.

A selecção da sensibilidade do aparelho diferencial deve ter em conta os valores máximos da resistência de terra previsível e ainda as tensões limite convencionais (U_L) a considerar, estas últimas estabelecidas em função das características dos locais (influências externas) e da utilização.

Para locais em que a presença de água, as condições de resistência eléctrica do corpo humano e de contacto das pessoas com o potencial da terra constituem riscos significativos (cozinhas, casas de banho, locais húmidos e molhados em geral) deve ser considerada $U_L = 25$ V. Para os restantes casos a tensão limite convencional será $U_L = 50$ V.

O Quadro 21 indica os valores máximos de resistência de terra em função da sensibilidade dos aparelhos diferenciais utilizados:

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

Sensibilidade	Corrente residual diferencial estipulada ($I_{\Delta n}$)	Valor máximo de resistência de terra das massas (Ohm) $U_L = 50$ V	Valor máximo de resistência de terra das massas (Ohm) $U_L = 25$ 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	1670	833
	12 mA	4170	2083
	6 mA	8330	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.).

3.4 Sistema de terra de protecção

Os sistemas de terra das instalações tem em vista a referenciação ao potencial da terra (considerado igual a zero por convenção) das massas (terra de protecção das massas), sendo fundamentais para o funcionamento eficiente dos sistemas de protecção de pessoas e bens.

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;
- 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.

3.4.1 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 22 sintetiza as dimensões mínimas dos alguns eléctrodos de terra mais usuais nestas instalações:

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
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			
Tubos (b)	• Cobre		2	20		2		
	• Aço galvanizado (c)		2,5	25		2		

(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 as 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.

3.4.2 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 23:

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 RTIEBT	• 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.

3.4.3 Terminal principal de terra

O terminal principal de terra ou barra 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).

3.4.4 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 RTIEBT).

Para condutores de protecção do mesmo metal dos condutores activos, as secções mínimas dos condutores de protecção são indicadas no Quadro 24:

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 RTIEBT);

- 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**.

3.4.5 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** – estrutura de interligação do condutor principal de protecção, condutor principal de terra ou terminal principal de terra, todas as canalizações metálicas de alimentação do edifício e situadas no interior (água, gás), todos os elementos metálicos da construção, as canalizações metálicas de aquecimento central e ar condicionado (mesmo com origem exterior ao edifício), as bainhas metálicas dos cabos de telecomunicações (sob a autorização dos proprietários e utilizadores) e os sistemas de pára-raios dos edifícios;
- **Ligação equipotencial suplementar** – sistema de interligação de todas as partes condutoras simultaneamente acessíveis, seja entre massas ou entre estas e elementos condutores, (por exemplo as armaduras principais de betão e 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 25:

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_{PE} como mínimo • Massas e elementos condutores: $S_{EQ} \geq S_{PE} / 2$ (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.

3.4.6 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.

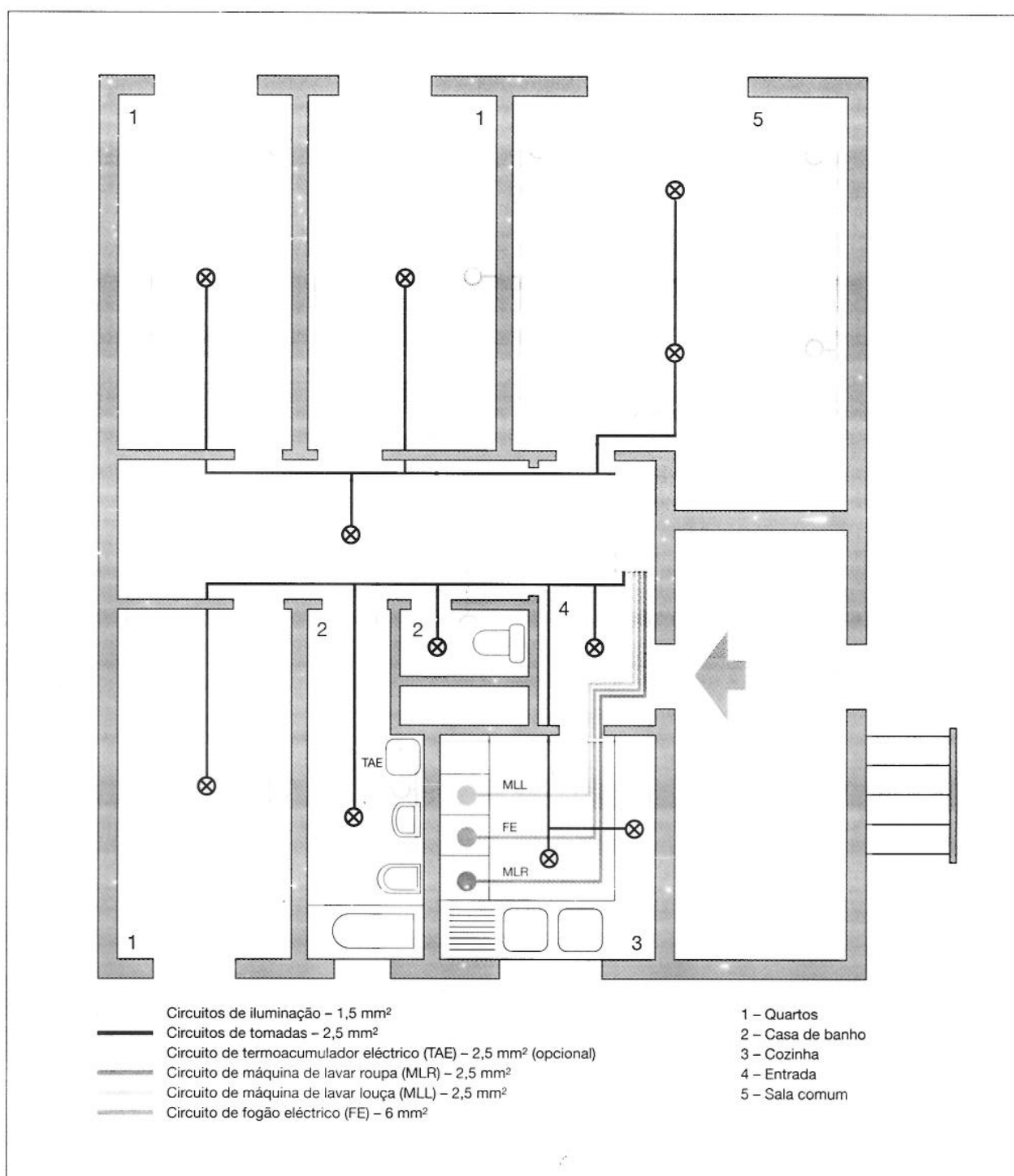
Como regra geral de protecção, todas as massas de uma instalação eléctrica deverão ser eficazmente ligadas ao sistema de terra das massas a partir de condutores de protecção.

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

4. Exemplos

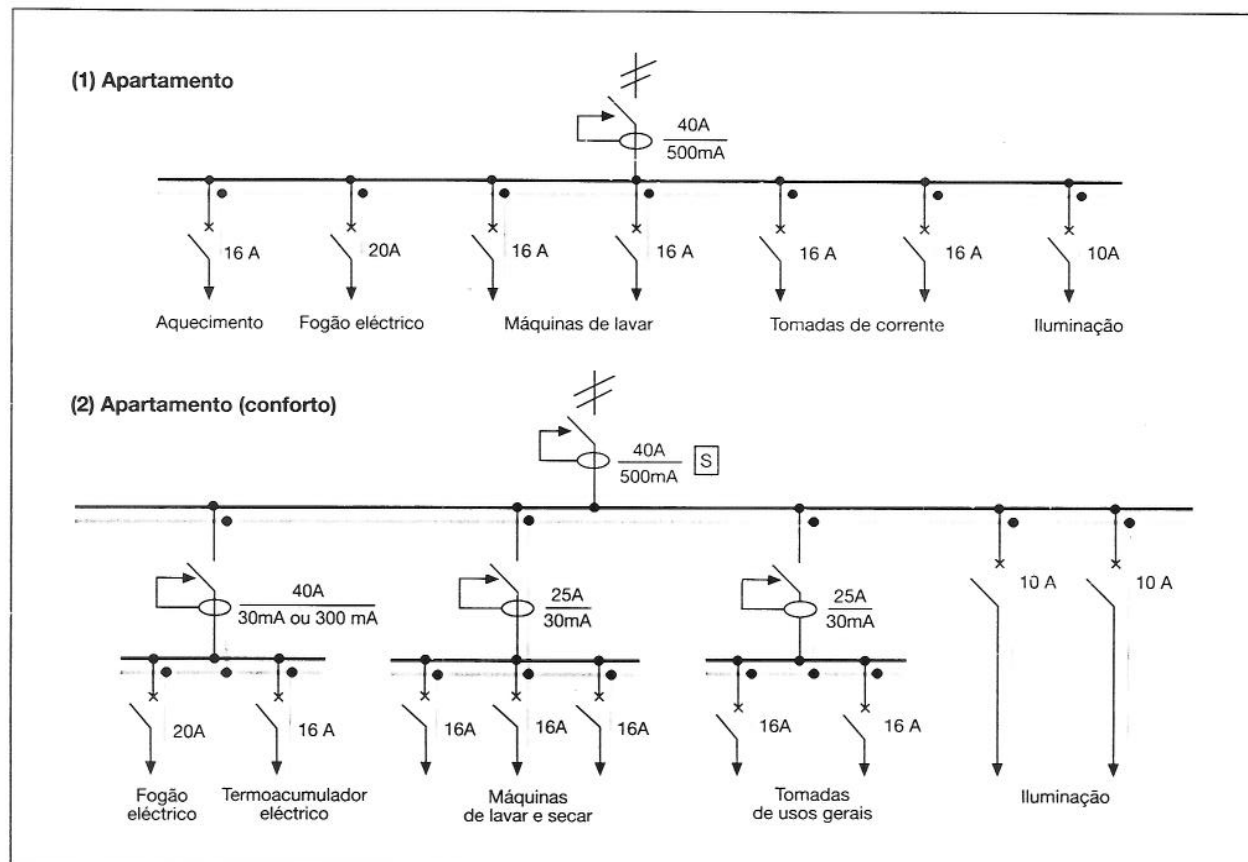
4.1 Concepção de instalação de utilização

Concepção de instalação de utilização



4.2 Quadros eléctricos de entrada

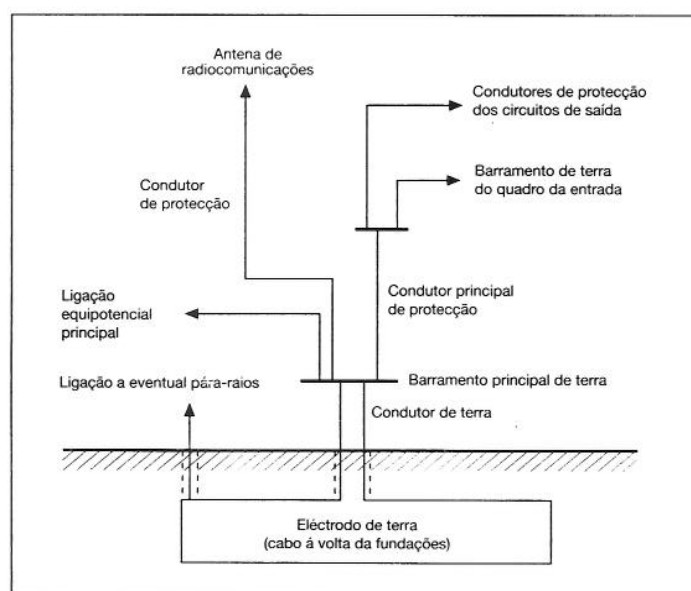
FIGURA 4 Quadros eléctricos de entrada: exemplos



4.3 Sistema de terra de protecção

Na Figura 5 apresenta-se um exemplo de sistema de terra das massas para edifício unifamiliar, no qual é de notar que:

Sistema de terra de protecção em moradia unifamiliar



- se prevê a existência do sistema de terra das massas e do sistema equipotencial principal;
- são diferentes os modos de ligação das antenas de radiocomunicações e dos para-raios de protecção de edifícios contra sobretensões;
- a ligação das antenas de radiocomunicações a terra de protecção é feita em regra a partir da instalação de condutor de protecção específico directamente no terminal/barramento principal de terra podendo também a ligação ser realizada ao condutor principal de protecção mais próximo, desde que possua secção adequada;
- a ligação do pára-raios de protecção do edifício é feita directamente e de forma diferenciada dos sistemas da instalação, a partir do estabelecimento de um condutor de descida.

5. Locais contendo banheiras ou chuveiros: casas de banho

A existência neste tipo de locais de condições especialmente severas em termos de riscos eléctricos, motivadas por um lado pela presença, manuseamento de água e manutenção de elevados níveis de humidade (o que conduz à redução da resistência eléctrica do corpo humano), em conjunto com o risco acrescido de contacto com o potencial da terra, implica a especialização deste tipo de instalações.

A especialização apontada tem influência a nível das:

- Metodologias de concepção específicas;
- Selecção exigente da aparelhagem e dos equipamentos que podem ser utilizados.

No que se refere à concepção das instalações eléctricas das casas de banho, os princípios a considerar são os seguintes:

- A alimentação deverá ser efectuada em regra a partir de circuito específico, isto é, distinto dos outros circuitos da instalação;
- As canalizações eléctricas não devem comportar elementos metálicos (armaduras ou bainhas, mesmo se inacessíveis) e quando situadas nas paredes que delimitam os volumes 1 e 2 ser encastadas a uma profundidade superior a 5 cm;
- A protecção de pessoas contra os choques eléctricos deverá ser assegurada por um ou vários aparelhos diferenciais de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$), com excepção para os circuitos a jusante de um transformador de separação ou de segurança (TRS 12 V);
- Deverá **obrigatoriamente** prever-se uma ligação equipotencial suplementar.

No que se refere à selecção da aparelhagem e equipamentos, deve ter-se em conta que:

- Todo o material deverá ser de qualidade comprovada (marcação CE);
- Os equipamentos a prever para instalação deverão ser das classes (I, II e III) e possuir os graus de protecção (IP) adequados aos volumes convencionais de considerar;
- Nos volumes 1 e 2 os aparelhos fixos devem ser **ligados directamente** à instalação e **não de forma amovível** (por intermédio de tomadas) ;
- **Não são permitidas** luminárias suspensas e roscas metálicas.

5.1 Volumes convencionais e influências externas

Face aos riscos potenciais associados à presença e à utilização da electricidade nestes locais, são definidos volumes de protecção de acordo com as figuras seguintes (Fig. 6 e 7).

A cada um dos volumes definidos é associado um conjunto de influências externas relevantes (Quadro 26):

Casas de banho e balneários: influências externas

Influências externas/Volumes convencionais	Volume 0	Volume 1	Volume 2	Volume 3
Temperatura ambiente	AA4	AA4	AA4	AA4
Humidade	AB4	AB4	AB4	AB4
Presença de água	AD7	AD4	AD3	AD2
Resistência eléctrica	BB3	BB3	BB2	BB2
Contactos	BC3	BC3	BC3	BC3
Outras condições de influências externas	Classe 1	Classe 1	Classe 1	Classe 1

FIGURA 6 Casas de banho: volumes convencionais

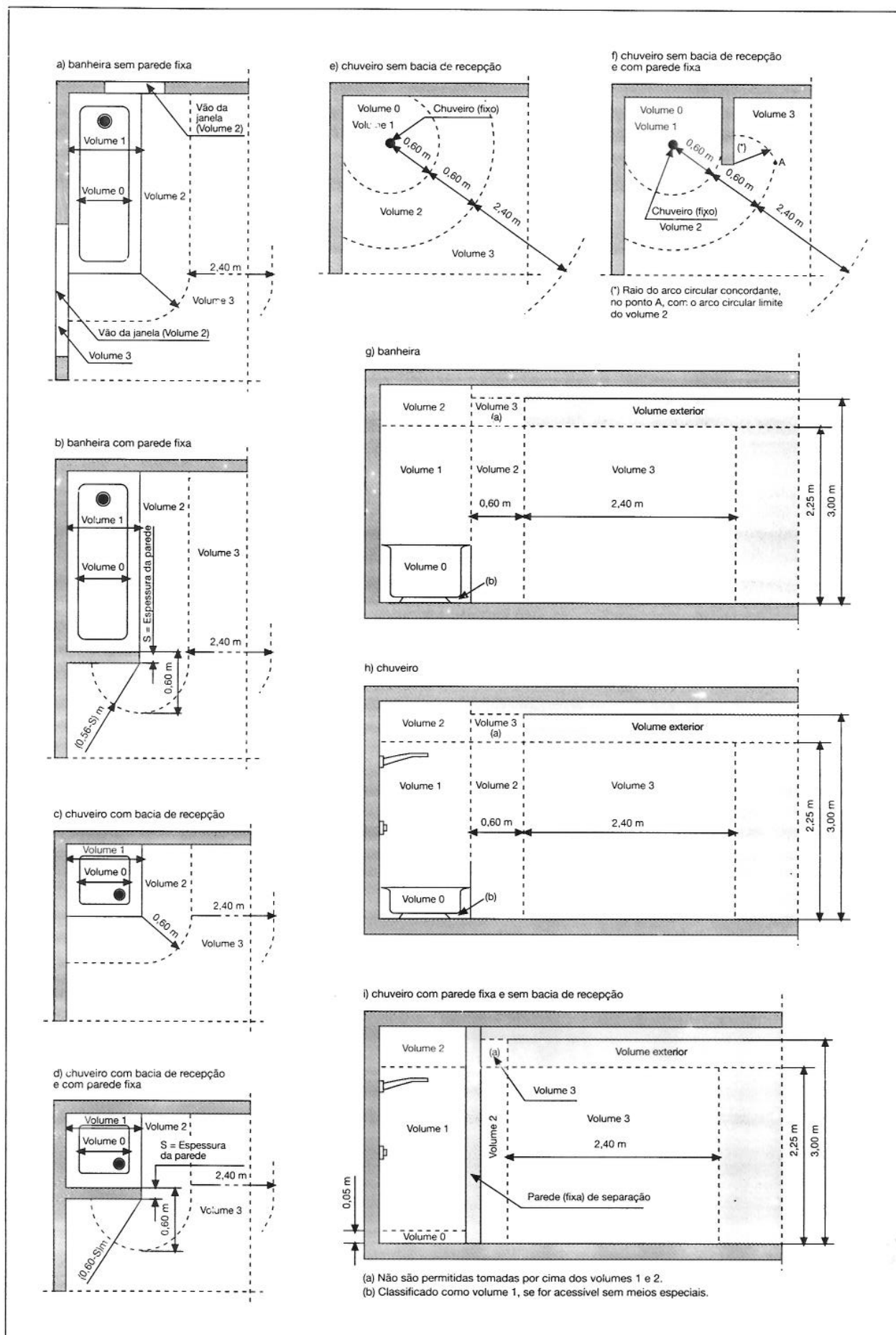
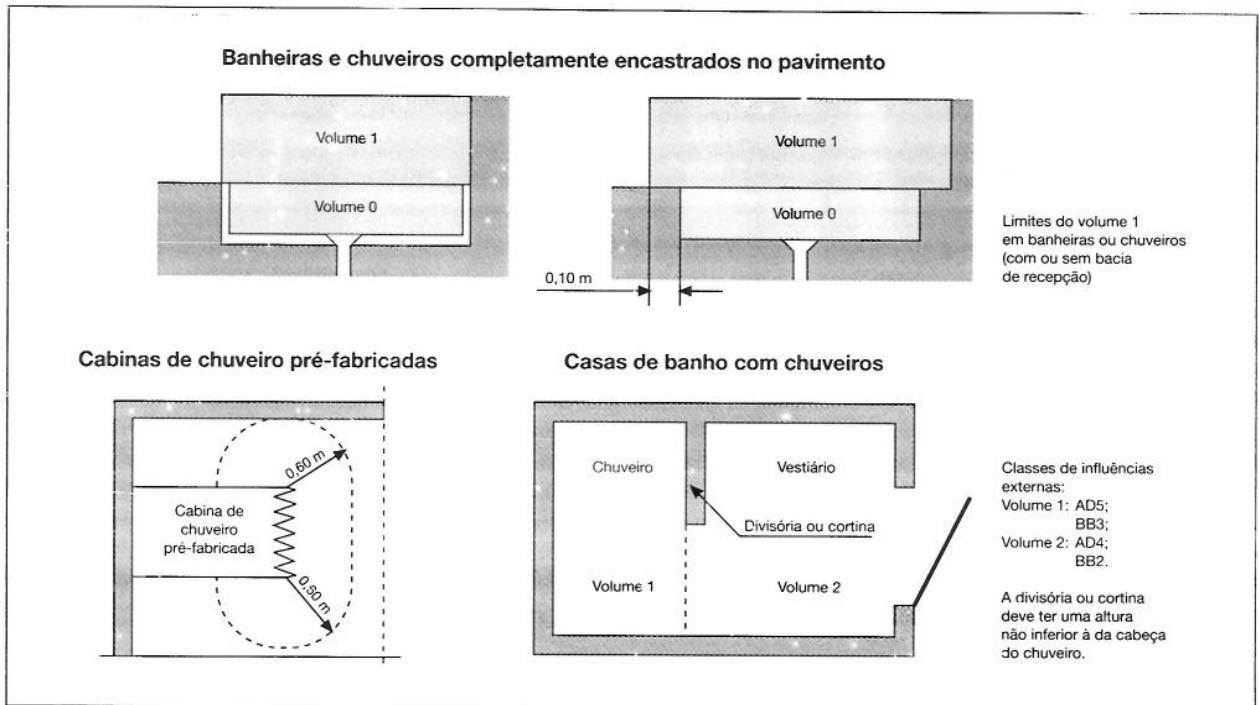


FIGURA 7

Casas de banho: volumes convencionais para banheiras e chuveiros



5.2 Canalizações, equipamentos e aparelhagem eléctrica

As canalizações, a aparelhagem e os equipamentos eléctricos permitidos neste tipo de instalações reflectem bem o cuidado na avaliação de riscos eléctricos em jogo neste tipo de locais especiais.

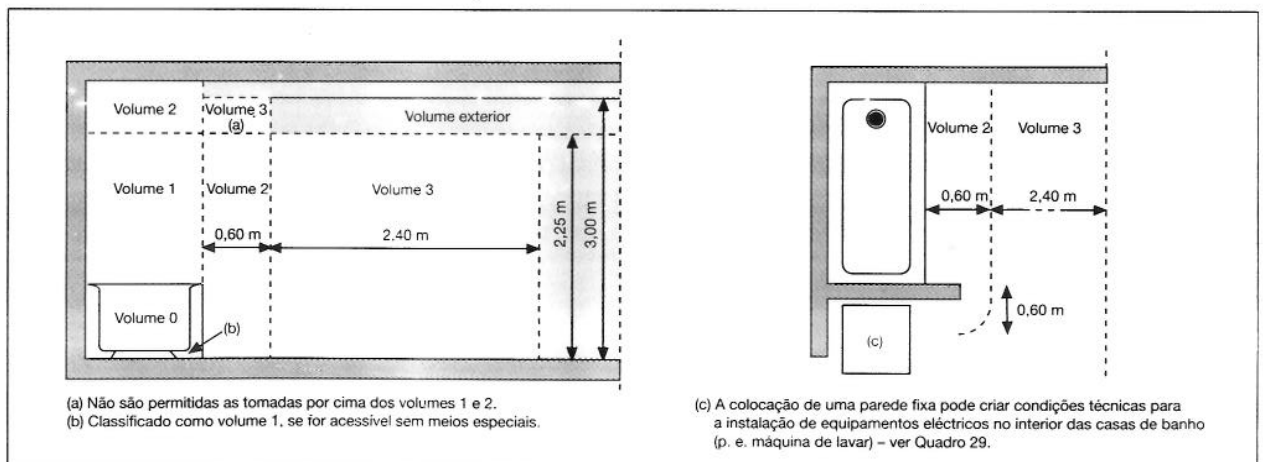
Os quadros seguintes (Quadro 27 a Quadro 30) sintetizam a informação a reter.

De notar que, genericamente, nos volumes convencionais de risco máximo (volume 0) é interdita a existência de elementos das instalações eléctricas enquanto nos locais de risco elevado (volume 1) apenas é permitida a instalação de elementos da classe II, elementos a funcionar a TRS 12 V ou elementos com alimentação individual de segurança da classe II ou da classe I protegidos por aparelhos diferenciais de alta sensibilidade ($I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$).

Paralelamente, é estabelecida a existência obrigatória da realização de ligações equipotenciais suplementares (locais).

A Figura 8 apresenta uma identificação de pormenor para locais contendo banheiras:

Volumes convencionais em casas de banho: pormenor de instalação de equipamentos



QUADRO 27

Casa de banho e balneários: regras gerais para selecção de canalizações, aparelhagem e equipamentos

Volumes convencionais/ Componentes das instalações eléctricas	Volume 0	Volume 1	Volume 2	Volume 3
Canalizações (f)	Interditas (g)	Da classe II (a) (g)	Da classe II (a) (g)	Da classe II
Aparelhagem eléctrica	Interdita	Interdita à excepção de interruptores de circuitos alimentados em TRS (b)	Interdita à excepção de: <ul style="list-style-type: none"> • Interruptores de circuitos alimentados em TRS (b) • Tomadas alimentadas por transformadores de separação eléctrica da classe II (para máquinas de barbear) 	Interruptores (c) e outra aparelhagem alimentados individualmente por: <ul style="list-style-type: none"> • Separação eléctrica da classe II • Tensão reduzida de segurança sem limite de tensão • Aparelho diferencial de alta sensibilidade (30 mA)
Equipamentos	Interditos (d) • IP X7	Interditos à excepção de equipamentos de aquecimento de água e de unidades de hidromassagem em condições especiais (e) • IP X4	• Aquecimento de água • Iluminação, climatização ambiente e unidades de hidromassagem da classe I protegidos por DR de alta sensibilidade (h) • IP X3	• Todos os equipamentos embora sejam recomendados os da classe II ou se de classe I protegidos por aparelhos DR de alta sensibilidade • IP X1

(a) Estritamente limitadas às necessárias à alimentação dos aparelhos situados no volume.

(b) De tensão nominal inferior a 12 V em corrente alternada e 30 V em corrente contínua.

(c) Nas cabines de chuveiro pré-fabricadas não são permitidos interruptores a menos de 0,6 m medidos com a porta aberta.

(d) Só autorizados os equipamentos previstos para utilização em banheiras.

(e) A instalar em zona debaixo da banheira, só acessível por meios especiais e com garantia de equipotencialização.

(f) Canalizações à vista ou embebidas nos elementos da construção a uma profundidade não inferior a 5 cm, sem qualquer elemento metálico.

(g) Não permitidas caixas de ligação.

(h) Armários de quarto de banho apenas da classe II com tomada alimentada por transformador de separação.

Os quadros seguintes apresentam alguns exemplos:

Casas de banho: exemplos de selecção de canalizações e aparelhagem

Canalizações/Aparelhagem	Medidas de protecção	Volumes convencionais			
		Volume 0	Volume 1	Volume 2	Volume 3
Canalizações (a)		Não	Sim	Sim	Sim
Caixas de ligação (b)		Não	Não	Não	Sim
Interruptores	DR 30 mA	Não	Não	Não	Sim
	TRS 12 V	Não	Sim	Sim	Sim
Tomadas (2P + T)	DR 30 mA	Não	Não	Não	Sim
Tomada máquina de barbear (c)	Transformador de separação	Não	Não	Não	Sim
Transformador de separação	DR 30 mA	Não	Não	Não	Sim

(a) Apenas as limitadas à alimentação de equipamentos autorizados nos volumes respectivos.

(b) Excepto para a alimentação directa de um equipamento.

(c) Potências entre 20 a 50 VA.

QUADRO 29

Casas de banho: exemplos de selecção de equipamentos

Aparelhagem	Medidas de protecção	Volumes convencionais			
		Volume 0	Volume 1	Volume 2	Volume 3
Máquinas de lavar, secar (a)	Classe I + DR 30 mA	Não	Não	Não	Sim
Aparelhos de aquecimento (b)	Classe I + DR 30 mA	Não	Não	Não	Sim
	Classe II + DR 30 mA	Não	Não	Sim	Sim
Iluminação	Classe I + DR 30 mA	Não	Não	Não	Sim
	Classe II + DR 30 mA	Não	Não	Sim	Sim
	TRS 12 V (c)	Sim	Sim	Sim	Sim
	Transformador de separação (d)	Não	Não	Sim	Sim
Aquecimento instantâneo de água	Classe I + DR 30 mA (e)	Não	Sim	Sim	Sim
Aquecimento de água por acumulação	Classe I + DR 30 mA recomendado (f)	Não	Sim	Sim	Sim

(a) As tomadas de alimentação de MLR/MSR devem ser colocadas próximo dos respectivos pontos de evacuação de água, não sendo aceitável a instalação de qualquer das máquinas a menos de 0,6 metros dos bordos de uma banheira ou chuveiro.

(b) Nos volumes 2 e 3, as caixas de ligação devem ser colocadas por forma a ficarem na parte de trás dos equipamentos.

(c) O transformador deve ser colocado fora dos volumes 1 e 2.

(d) Em regra um único aparelho de iluminação por transformador. Para o caso da existência de dois "appliques" é aceitável a utilização de um só transformador, desde que as massas das duas luminárias sejam ligadas entre si e não à equipotencial local existente. O transformador deve ser colocado fora do volume 2.

(e) Exigida a ligação fixa à canalização de água fria.

(f) A alta sensibilidade é obrigatória se a ligação à canalização de água é feita com tubo isolante.

Casas de banho: outros equipamentos - armários de toilette e aparelhos de iluminação com tomada

Equipamentos	Regras a considerar
Instalação	<ol style="list-style-type: none">Os armários de toilette equipados com aparelho de iluminação, interruptor e tomada de corrente podem ser instalados no volume 2 desde que:<ul style="list-style-type: none">• Possuam características equivalentes às da Classe II• A tomada de corrente seja alimentada por intermédio de transformador de separação (20–50 VA) integrado no armárioOs armários de toilette da Classe II equipados com tomada 2P + T podem ser instalados no volume 2 desde que:<ul style="list-style-type: none">• A parte do armário que contém a tomada 2P + T esteja situada no volume 3
Canalização	Estabelecidas a partir dos circuitos de iluminação A secção mínima permitida será de cobre 1,5 mm ² e o comando será efectuado por um interruptor

5.3 Protecção contra choques eléctricos

As medidas de protecção contra choques eléctricos para este tipo de instalações são fortemente restritivas o que se justifica, como já foi afirmado, pela importância dos riscos presentes.

No que se refere a contactos directos, nestas instalações não são permitidas medidas de protecção do tipo interposição de obstáculos e por colocação fora do alcance.

No que se refere a contactos indirectos, o Quadro 31 apresenta uma síntese das medidas permitidas:

Protecção de pessoas em casas de banho

Tipos de instalações	Medidas de protecção permitidas	Regras específicas	Regras complementares
Casas de banho e balneários	<ul style="list-style-type: none">• Alimentação em tensão reduzida de segurança (TRS)• Utilização de aparelhos diferenciais de alta sensibilidade	<ul style="list-style-type: none">• No volume 0 das casas de banho só é permitida uma TRS igual ou inferior a 12 V em corrente alternada e 30 V em corrente contínua (a)	Ligação equipotencial suplementar de todas as massas e elementos condutores ligada à terra em todos os volumes (b)

(a) A fonte de alimentação de segurança respectiva deverá ser colocada fora dos volumes 0, 1 e 2.

(b) Além das secções indicadas no Quadro 25 que não deverão ser embebidas directamente nos elementos da construção, poderá ser utilizada uma barra de aço galvanizado de secção mínima de 20 mm² e espessura mínima de 1 mm embebida directamente nos elementos da construção.

5.4 Banheiras de hidromassagem

A instalação frequente de banheiras de hidromassagem nos espaços compreendidos entre a banheira, o solo e as paredes, coexistindo com equipamentos eléctricos operando em baixa tensão ou TRS, com tubos e/ou depósitos de água ou outros fluidos, exige um cuidado específico na sua alimentação eléctrica.

Regra geral, todo o conjunto deverá obedecer à publicação CEI 60335-2-60 (1997).

A instalação deverá ser feita de acordo com as regras indicadas no Quadro 32:

Casas de banho: instalação de banheiras de hidromassagem

Equipamentos	Regras a considerar
Local de instalação	A opção pela zona própria no espaço existente debaixo da banheira exige que o espaço seja fechado e apenas acessível com recurso a meios especiais (chave ou ferramenta especial)
Canalizações	Cabos com características não inferiores a H05VV-F ou condutores isolados (tensão estipulada 450/750 V - classe 07, tipo H07V-U ou R) em condutas circulares O conjunto (cabos/caixa de ligações) deverá ter, no mínimo, um grau de protecção IP X5
Protecção de pessoas	<ul style="list-style-type: none">• Os equipamentos da Classe I deverão ser dotados de terminal para a ligação à equipotencial local• Os equipamentos da Classe III deverão dispor de transformador de isolamento de segurança, com um grau de protecção mínimo de IP X4 (a)• Os interruptores ou em geral os comandos para actuação por utilizadores imersos devem ser obrigatoriamente alimentados em TRS 12 V• Circuito de alimentação em regra independente protegido obrigatoriamente por DR de alta sensibilidade (30 mA)• Ligação equipotencial suplementar obrigatória

(a) Equipamentos da classe III são aqueles em que a protecção contra choques eléctricos é garantida pela alimentação à tensão reduzida de segurança (TRS) ou à tensão reduzida de protecção (TRP) e nos quais não são originadas tensões superiores às do limite do domínio I (Tensão nominal da instalação entre fases ou entre fase e terra, menor ou igual a 50V em corrente alternada e a 120V em corrente contínua (tensão entre polos ou entre polos e terra)) – (Cap. 2.2.2. e 2.2.3. das RTIEBT).

5.5 Ligação equipotencial suplementar nas casas de banho

A continuidade e equipotencialização de todos os elementos condutores em presença nas casas de banho constitui uma medida de segurança que responde eficazmente aos riscos acrescidos que existem nestes locais.

Assim sendo, a ligação equipotencial local na casa de banho é um dos pilares da garantia de segurança de pessoas e destina-se a interligar todos os elementos condutores situados nos volumes 1, 2 e 3 a saber:

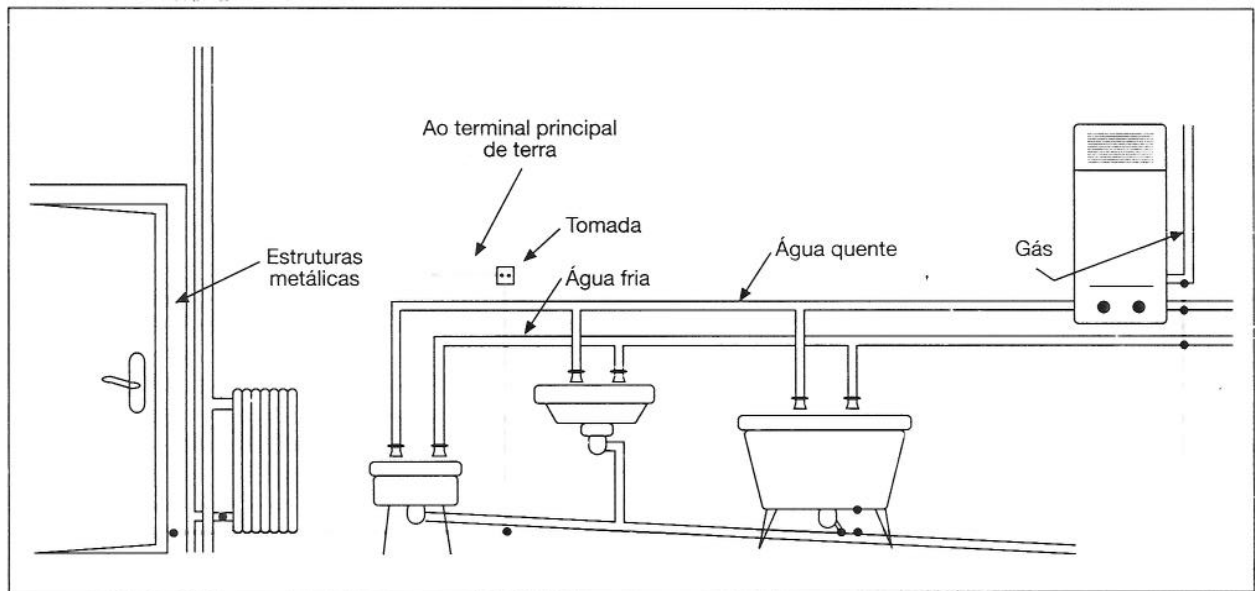
- Canalizações metálicas (água fria e quente, saneamento, aquecimento ambiente, gaz, etc.;
- Corpos dos equipamentos sanitários metálicos;
- Caixilharias metálicas;
- Condutores de protecção.

A ligação do conjunto equipotencial à terra de protecção é efectuada a partir de um ponto disponível dos condutores de protecção já existentes nos volumes atrás referidos.

Nesta situação, evita-se a instalação de um condutor de protecção suplementar para ligação do conjunto equipotencial ao barramento de terra do quadro de entrada.

A ligação equipotencial é efectuada em regra no interior da casa de banho, sendo permitida a ligação em locais contíguos apenas nos casos em que não seja possível a ligação nas condições atrás referidas.

FIGURA 9 Ligação equipotencial nas casas de banho: exemplo



Algumas regras de instalação são indicados no Quadro 33:

QUADRO 33 Ligação equipotencial nas casas de banho

Equipamentos	Regras a considerar
Canalizações	<ul style="list-style-type: none"> • Cor: verde – amarelo • Secção mínima: 2,5 mm² com protecção mecânica (tubos, perfis, calhas) e 4 mm² sem protecção mecânica • É proibido o encastramento directo (sem o recurso a condutas) nas paredes
Elementos condutores	<ul style="list-style-type: none"> • As caixilharias metálicas em que há garantia de continuidade (soldadas, por exemplo) podem constituir parte da equipotencial local • As canalizações de água, esgoto, gás, etc. não podem constituir parte da equipotencial local
Outros	<ul style="list-style-type: none"> • É proibido ligar à equipotencial local o invólucro metálico dos aparelhos da classe II • Não é necessário ligar à equipotencial local: <ul style="list-style-type: none"> • Os radiadores, equipados ou não com resistências eléctricas, alimentados a água quente por canalizações isolantes • Os porta toalhas metálicos com aquecimento • As torneiras ligadas a canalizações isolantes • Os escoadouros e sifões • As aberturas de ventilação se os tubos e as derivações não são totalmente metálicas • Os protectores das banheiras • Não é necessário garantir adicionalmente a continuidade nas ligações entre diversos troços das canalizações metálicas de água uma vez que as técnicas habituais de ligação proporcionam um resultado satisfatório

6. Piscinas e semelhantes

Neste tipo de locais estamos igualmente em presença de condições especialmente severas em termos de riscos eléctricos, motivadas também pela presença e pelo manuseamento de água e pela manutenção de elevados níveis de humidade.

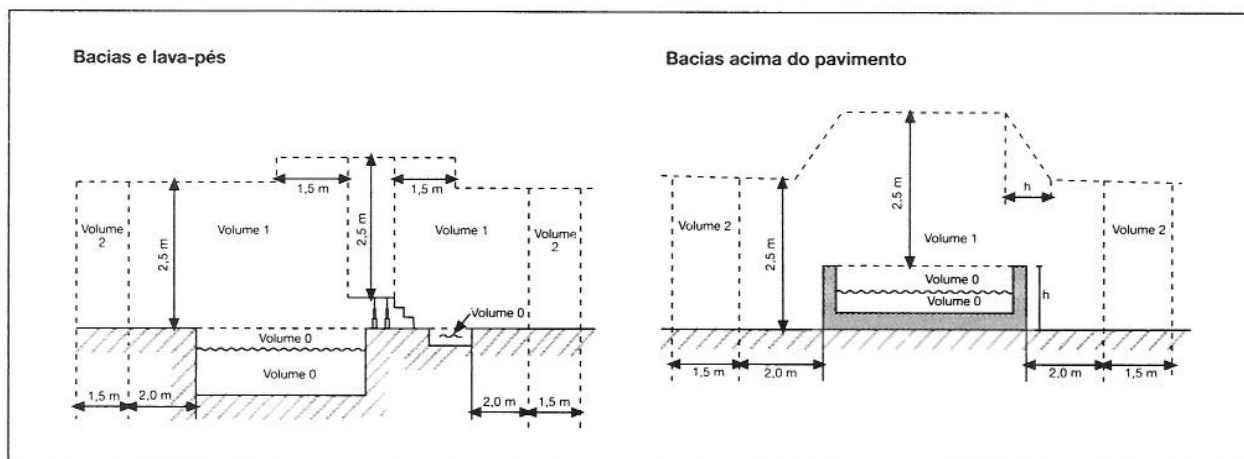
Como foi visto, esta situação conduz à redução da resistência eléctrica do corpo humano em conjunto com o risco acrescido de contacto com o potencial da terra o que também implica a especialização deste tipo de instalações, seja a nível de metodologias de concepção, seja a nível da selecção exigente da aparelhagem e dos equipamentos que podem ser utilizados.

Os princípios gerais apresentados para as casas de banho são válidos para estas instalações, embora com ajustamentos derivados da definição de diferentes volumes convencionais.

6.1 Volumes convencionais e influências externas

Face aos riscos potenciais associados à presença e à utilização da electricidade nestes locais, são definidos volumes de protecção de acordo com a figura seguinte (Fig. 10).

Piscinas e semelhantes: volumes convencionais



A cada um dos volumes definidos é associado um conjunto de influências externas relevantes (Quadro 34):

Piscinas e semelhantes: influências externas

Influências externas/Volumes convencionais	Volume 0	Volume 1	Volume 2
Temperatura ambiente	AA4	AA4	AA4
Humidade	AB4	AB4	AB4
Presença de água	AD8	AD8	ADE2/AD4 (a)
Resistência eléctrica	BB3	BB3	BB2
Contactos	BC3	BC3	BC3
Outras condições de influências externas	Classe 1	Classe 1	Classe 1

(a) No caso de piscinas no exterior de edifícios considerar o grau de protecção AD4.

6.2 Canalizações, equipamentos e aparelhagem eléctrica

As canalizações, a aparelhagem e os equipamentos eléctricos permitidos neste tipo de instalações também reflectem bem o cuidado na prevenção dos riscos eléctricos em jogo neste tipo de locais.

O Quadro 34 apresenta um conjunto de informação útil para a selecção deste tipo de componentes.

De relevar que:

- As regras de concepção das instalações e de selecção de componentes são aplicáveis para as bacias das piscinas, incluindo os lava-pés e volumes envolventes;
- É **obrigatória** a realização de ligação equipotencial suplementar nas piscinas e semelhantes, interligando todos os elementos condutores dos volumes 0, 1 e 2 (**incluindo os pavimentos não isolantes**) com os condutores de protecção das massas que existam nesses volumes;

Por se tratar de uma situação com algumas semelhanças em relação à verificada neste tipo de instalações, os equipamentos imersos, nomeadamente os destinados a iluminação subaquática de bacia de fontes de água, podem ser alimentados em baixa tensão, desde que sejam cumpridas simultaneamente as seguintes condições:

- Os aparelhos serem fixos;
- Os circuitos de alimentação sejam protegidos por aparelhos diferenciais, admitindo-se que a protecção seja efectuada para um conjunto de várias luminárias;
- Exista obrigatoriamente uma ligação equipotencial suplementar entre as massas das luminárias e os elementos condutores acessíveis (tensão de contacto máxima admissível não superior a 12 V).

QUADRO 34

Piscinas e semelhantes: selecção de canalizações, aparelhagem e equipamentos

Volumes convencionais/ Componentes das instalações eléctricas	Volume 0	Volume 1	Volume 2
Canalizações (a)	Admitidos se da classe III (TRS) (c)	Da classe II (c)	Da Classe II
Aparelhagem eléctrica	Proibida à excepção de tomadas nas pequenas piscinas (b) quando alimentadas individualmente por transformador de separação (f) ou protegidas por DR de alta sensibilidade	Proibida à excepção de tomadas nas pequenas piscinas (b) quando alimentadas individualmente por transformador de separação (f) ou protegidas por DR de alta sensibilidade	Toda a aparelhagem (p.e., tomadas, interruptores) se for verificada uma das condições: • Alimentação individual por transformador de separação • Protecção por DR de alta sensibilidade • Alimentação em tensão reduzida de segurança (TRS)
Equipamentos	Equipamentos fixos específicos para uso em piscinas • IP X4 (mínimo)/IP X8	Equipamentos fixos específicos para uso em piscinas (d) • IP X5	• Da classe II (iluminação) (e) • Da classe I protegidos por aparelhos DR de alta sensibilidade • Da classe I alimentados individualmente por transformador de separação (d) • IP X4 (exterior) IP X2 (interior), IP X5 (lavagem com jactos de água)

(a) Canalizações à vista ou embebidas nos elementos da construção a uma profundidade não inferior a 5 cm, apenas de carácter estritamente necessário à alimentação de equipamentos situados nos volumes, sem bainhas ou invólucros metálicos nos volumes 0 e 1 e sem revestimentos metálicos acessíveis no volume 2.

(b) Nos casos em que não seja possível fora do volume 1 e fora do volume de acessibilidade (isto é, a uma distância não inferior a 1,25 metros do bordo da piscina e não inferior a 0,30 metros acima do pavimento).

(c) Não permitidas caixas de ligação.

(d) Possível instalação de aquecedores eléctricos embebidos no pavimento em condições especiais (Cap. 7.0.2.5.5 das RTIEBT).

(e) A iluminação subaquática pode ser realizada com aparelhos da classe I quando não imersos, colocados por detrás de vigias estanques em galerias técnicas e sem qualquer ligação voluntária ou de facto entre a massa desse aparelho e eventuais partes metálicas das vigias. Quando imersos devem ter grau de protecção não inferior a IPX8 e ser alimentados **individualmente** a TRS não superior a 12 V por transformador da classe II.

(f) Transformador localizado fora dos volumes 0, 1 ou 2.

6.3 Protecção contra choques eléctricos

As medidas de protecção contra choques eléctricos para este tipo de instalações são fortemente restritivas o que se justifica, como já foi afirmado, pela importância dos riscos presentes.

No que se refere a contactos indirectos, o Quadro 35 apresenta uma síntese das medidas permitidas:

QUADRO 35

Protecção de pessoas em piscinas e semelhantes

Tipos de instalações	Medidas de protecção permitidas	Regras específicas	Regras complementares
Piscinas ou semelhantes	<ul style="list-style-type: none">• Alimentação em tensão reduzida de segurança (TRS)• Utilização de aparelhos diferenciais de alta sensibilidade	<ul style="list-style-type: none">• No volumes 1 e 2 das piscinas só é permitida uma TRS igual ou inferior a 12 V em corrente alternada e 30 V em corrente contínua (a)	Ligação equipotencial suplementar de todas as massas e elementos condutores ligada à terra em todos os volumes (b)

(a) A fonte de alimentação de segurança respectiva deverá ser colocada fora dos volumes 0, 1 e 2.

(b) Além das secções indicadas no Quadro 25 – que não deverão ser embebidas directamente nos elementos da construção – poderá ser utilizada uma barra de aço galvanizado de secção mínima de 20 mm² e espessura mínima de 1 mm embebida directamente nos elementos da construção.

7.2 Canalizações, equipamentos e aparelhagem eléctrica

Neste tipo de instalações, a existência de equipamento eléctrico é muito limitada.

Como regras gerais, relevam:

- Todos os equipamentos eléctricos a instalar devem ter um grau de protecção mínimo não inferior a IP 24;
- Todas as componentes da instalação eléctrica devem ser resistentes ao calor, isto é, devem ser capazes de suportar temperaturas da ordem dos 125 °C (zonas 3 e 4);
- Nestes locais **não é permitida** a instalação de tomadas.

Locais de sauna: selecção de canalizações, aparelhagem e equipamentos

Volumes convencionais/ Componentes das instalações eléctricas	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Canalizações (a)	Classe II	Classe II	Classe II	Classe II
Aparelhagem eléctrica	Proibida à excepção da que estiver incorporada nos radiadores (c)	Proibida (c)	Proibida (c)	Proibida (c)
Equipamentos (b)	Proibidos à excepção dos radiadores para sauna e acessórios	Sem restrições	Apenas permitidos equipamentos capazes de suportar uma temperatura igual ou superior a 125 °C	Apenas permitidos equipamentos de iluminação, dispositivos de comando dos radiadores (d) e respectivas canalizações se capazes de suportar uma temperatura igual ou superior a 125 °C

(a) Canalizações à vista ou embebidas nos elementos da construção a uma profundidade não inferior a 5 cm, apenas de carácter estritamente necessário à alimentação de equipamentos situados nas zonas, sem invólucros ou revestimento metálico.

(b) Sob o ponto de vista de resistência ao calor.

(c) Nestes locais não é permitida a instalação de tomadas.

(d) Termostatos e limitadores de temperatura.

7.3 Protecção contra choques eléctricos

As medidas de protecção contra choques eléctricos para este tipo de instalações são genericamente as seguintes:

- Alimentação em tensão reduzida de segurança (TRS);
- Utilização de aparelhos diferenciais de alta sensibilidade.

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 isolados de cobre em tubos

Tipo de isolamento Secções (mm ²)	PVC		XLPE/EPR	
	2 cond. em carga	3 cond. em carga	2 cond. em carga	3 cond. em carga
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

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

2111

CADERNOS TÉCNICOS certieltec

TÍTULOS PUBLICADOS

01 Instalações eléctricas colectivas de edifícios e entradas

02 Instalações eléctricas em locais de habitação