

## MATERIAL PARA DERIVAÇÕES DE REDE

### Caixas de protecção para redes aéreas BT em torçada

Características e ensaios

---

**Elaboração:** DNT

**Homologação:** Julho 2006

**Edição:** 4ª substitui a edição de ABR 2005

---

**Emissão:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
DNT – Direcção de Normalização e Tecnologia  
Av. Urbano Duarte, 100 • 3030-215 Coimbra • Tel.: 239002000 • Fax: 239002344  
E-mail: [dnt@edp.pt](mailto:dnt@edp.pt)

**Divulgação:** EDP Distribuição – Energia, S.A.  
GBCI – Gabinete de Comunicação e Imagem  
Rua Camilo Castelo Branco nº 43 • 1050-044 Lisboa • Tel.: 210021684 • Fax: 210021635

**ÍNDICE**

<b>0</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>OBJECTO</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>CAMPO DE APLICAÇÃO</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA</b>	<b>5</b>
3.1	Normas DIN	6
3.2	Normas EN	6
3.3	Normas IEC	6
3.4	Normas ISO	6
3.5	Normas NP	6
<b>4</b>	<b>TERMOS E DEFINIÇÕES</b>	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>SIMBOLOS E ABREVIATURAS</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>CONDIÇÕES GERAIS</b>	<b>8</b>
6.1	Condições normais de serviço	8
6.2	Condições de transporte e armazenagem	8
<b>7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	<b>8</b>
7.1	Tensão estipulada de utilização (dos circuitos do conjunto)	8
7.2	Tensão estipulada de isolamento (dos circuitos do conjunto)	8
7.3	Tensão estipulada suportável ao choque (dos circuitos do conjunto)	8
7.4	Corrente estipulada (dos circuitos do conjunto)	8
7.5	Corrente estipulada de curto-circuito limitada por fusível (dos circuitos do conjunto)	8
7.6	Factor estipulado de diversidade	8
7.7	Frequência estipulada	9
7.8	Corrente estipulada (do conjunto)	9
<b>8</b>	<b>CONCEPÇÃO E CONSTRUÇÃO</b>	<b>9</b>
8.1	Características mecânicas	9
8.1.1	Generalidades	9
8.1.2	Distâncias de isolamento e linhas de fuga	9
8.1.3	Terminais para ligação dos condutores exteriores	10
8.2	Invólucro e grau de protecção	10
8.2.1	Grau de protecção IP	10
8.2.2	Grau de protecção IK	10
8.2.3	Humidade	11
8.2.4	Invólucro	11
8.2.5	Entrada e acondicionamento de cabos	11
8.3	Aquecimento	12
8.4	Protecção contra os choques eléctricos	12
8.4.1	Protecção contra contactos directos	12
8.4.2	Protecção contra contactos indirectos	12
8.5	Protecção contra curto-circuitos e resistência aos curto-circuitos	12
8.6	Aparelhos de conexão e componentes instalados no conjunto	13
8.6.1	Generalidades	13
8.6.2	Instalação e disposição dos aparelhos	13
8.6.3	Acesso aos aparelhos de conexão e componentes	13
8.6.4	Bastidor	13
8.6.5	Barramento	13

8.6.6	Triblocos .....	14
8.6.7	Pernos, parafusos porcas e anilhas .....	14
8.6.8	Bucins .....	14
8.6.9	Ferragem de fixação ao poste de betão .....	14
8.7	Ligações eléctricas no interior do conjunto .....	15
8.8	Tipos de conexões eléctricas .....	15
8.9	Protecção contra a corrosão .....	15
<b>9</b>	<b>MARCAÇÃO .....</b>	<b>16</b>
9.1	Chapa de características .....	16
9.2	Identificação do barramento .....	16
<b>10</b>	<b>ENSAIOS DE TIPO .....</b>	<b>17</b>
10.1	Generalidades .....	17
10.2	Queda livre .....	17
10.3	Verificação da indelebilidade das marcações .....	17
10.4	Verificação dos limites de aquecimento .....	18
10.5	Verificação das propriedades dieléctricas .....	18
10.5.1	Generalidades .....	18
10.5.2	Ensaio ao choque .....	18
10.5.3	Ensaio à frequência industrial .....	19
10.5.4	Resultados a obter .....	19
10.6	Verificação da resistência ao curto-circuito .....	19
10.7	Verificação das distâncias de isolamento e das linhas de fuga .....	19
10.8	Verificação do funcionamento mecânico .....	19
10.9	Verificação do grau de protecção .....	20
10.10	Verificação da resistência mecânica .....	20
10.10.1	Verificação da resistência ao esforço estático .....	20
10.10.2	Verificação da resistência ao impacto .....	20
10.10.3	Verificação da resistência dos insertos metálicos .....	20
10.10.4	Verificação da resistência aos impactos mecânicos com objectos pontiagudos .....	20
10.11	Verificação da resistência ao calor anormal e ao fogo (materiais isolantes) .....	20
10.11.1	Verificação da resistência ao calor anormal .....	20
10.11.2	Verificação da categoria de inflamabilidade .....	21
10.11.3	Ensaio de calor seco .....	21
10.12	Verificação da resistência à corrosão e ao envelhecimento .....	21
10.13	Verificação do revestimento metálico (elementos metálicos) .....	21
10.13.1	Verificação da aderência do revestimento .....	21
10.13.2	Verificação da uniformidade do revestimento .....	21
10.13.3	Determinação da massa por unidade de superfície .....	21
10.13.4	Medição da espessura do revestimento .....	22
10.14	Absorção de água .....	22
10.15	Resistividade volúmica e superficial .....	22
10.16	Verificação do fenómeno de condensação .....	22
<b>11</b>	<b>ENSAIOS DE SÉRIE .....</b>	<b>23</b>
11.1	Cablagem e funcionamento eléctrico .....	23
11.2	Ensaio dieléctrico .....	23
11.3	Verificação da resistência de isolamento .....	23
11.4	Verificação do revestimento metálico .....	23
<b>12</b>	<b>INFORMAÇÃO A APRESENTAR EM CONCURSOS E PROPOSTAS .....</b>	<b>24</b>
<b>13</b>	<b>INSTRUÇÕES PARA A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>– DIMENSÕES E DISPOSIÇÃO DOS APARELHOS .....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>– CIRCUITOS ELÉCTRICOS PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS .....</b>	<b>27</b>

<b>ANEXO C – CARACTERÍSTICAS E FORMAS DE LIGAÇÃO DOS TRIBLOCOS.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO D – CABOS E TERMINAIS NORMALIZADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>ANEXO E – ESQUEMA ELÉCTRICO DE LIGAÇÃO À REDE .....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO F – PROTECÇÃO DOS CABOS E COMPRIMENTOS MÁXIMOS PROTEGIDOS .....</b>	<b>36</b>

## 0 INTRODUÇÃO

O presente documento anula e substitui a 3.ª edição do documento normativo DMA-C62-700/N de Abril de 2005.

As principais modificações introduzidas à edição anterior do documento normativo atrás indicado são:

- atribuição de nova designação às caixas de protecção com vista a uma melhor identificação do produto;
- eliminação do espaço de reserva para o eventual terceiro tribloco;
- especificação de apenas dois triblocos e reposicionamento dos elementos no interior do invólucro;
- aumento do desnível entre os terminais de entrada das barras de fase;
- alteração da distância entre eixos de fixação dos triblocos;
- especificação do grau de protecção mínimo IP 1x para os triblocos;
- redimensionamento das barras de neutro;
- especificação de bastidor tipo calha metálica C20, de acordo com a norma EN 60715;
- actualização da edição de algumas normas de referência;
- pontuais alterações editoriais.

## 1 OBJECTO

O presente documento destina-se a definir as características e os ensaios a que devem obedecer as caixas de protecção para redes aéreas BT em torçada, a adquirir pela EDP Distribuição.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento aplica-se a caixas de protecção a utilizar nas redes aéreas de BT estabelecidas em condutores em torçada, montadas em postes de betão<sup>1</sup>, nas seguintes situações:

- protecção e seccionamento de linhas derivadas a partir de uma linha principal;
- protecção e seccionamento de ramais com carga significativa (por exemplo, ramais que alimentem clientes BTE) a partir de uma linha principal ou derivada;
- interligação de redes (transições entre rede subterrânea e rede aérea) com protecção e seccionamento das linhas derivadas.

*Nota:* no anexo D do presente documento são indicados os cabos normalizados e a gama de secções previstas para as linhas principais e derivadas.

## 3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciadas nos locais apropriados do seu texto, os quais se encontram a seguir listados, com indicação das respectivas datas de edição.

Quaisquer alterações das referidas edições só serão aplicáveis no âmbito do presente documento, se forem objecto de inclusão específica, por modificação ou aditamento ao mesmo.

---

<sup>1</sup> Excepcionalmente, as caixas de protecção podem também ser montadas em fachadas de edifícios.

### 3.1 Normas DIN

Norma	Edição	Título
DIN 47609	1989	Cable distribution cabinets from plastic for outdoor use - Requirements, tests

### 3.2 Normas EN

Norma	Edição	Título
EN 50102	1995	Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)
EN 60715	2001	Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear - Standardized mounting on rails for mechanical support of electrical devices in switchgear and controlgear installations
EN ISO 62	1999	Plastics. Determination of water absorption
EN ISO 3506-3	1997	Mechanical properties of corrosion-resistant stainless-steel fasteners - Part 3: Set screws and similar fasteners not under tensile stress

### 3.3 Normas IEC

Norma	Edição	Título
IEC 60068-2-32	1975	Environmental testing. Part 2: Tests. Test Ed: Free fall (Procedure 1)
IEC 60093	1980	Methods of test volume resistivity of solid electrical insulating materials
IEC 60269-1	1998	Low-voltage fuses - Part 1: General requirements
IEC 60269-2-1	2000	Low-voltage fuses - Part 2-1: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) - Sections I to VI: Examples of types of standardized fuses
IEC 60439-1	2004	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies
IEC 60439-5	1996	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 5: Particular requirements for assemblies intended to be installed outdoors in public places - Cable distribution cabinets (CDCs) for power distribution in networks
IEC 60446	1999	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of conductors by colours or numerals
IEC 62208	2002	Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies - General requirements

### 3.4 Normas ISO

Norma	Edição	Título
ISO 8601	1988	Data elements formats - Information interchange - Representation of dates and times

### 3.5 Normas NP

Norma	Edição	Título
NP 404	1967	Cobre electrolítico para usos eléctricos. Características
NP 526	1988	Produtos zincados - Verificação da aderência do revestimento
NP 527	1988	Produtos zincados - Verificação da uniformidade do revestimento
NP EN 50160	2001	Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia eléctrica

NP EN 60529	1994	Graus de protecção assegurados pelos invólucros (código IP)
NP EN ISO 2178	1998	Revestimentos metálicos não magnéticos sobre substratos magnéticos. Medição da espessura do revestimento. Método magnético
NP EN ISO 1460	1997	Revestimentos metálicos. Revestimentos zincados por imersão a quente sobre metais ferrosos. Determinação gravimétrica da massa por unidade de superfície
NP EN ISO 1461	2002	Revestimentos de zinco por imersão a quente sobre produtos acabados de ferro e aço. Especificações e métodos de ensaio.

#### 4 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento, são aplicáveis as definições constantes das normas indicadas na secção 3, acrescidas das definições dos seguintes termos:

##### 4.1

###### **barramento**

condutor de baixa impedância, ao qual vários circuitos eléctricos podem ser ligados separadamente (secção 2.1.4 da norma IEC 60439-1).

*Nota: o termo "barramento" não pressupõe qualquer forma geométrica, tamanho ou dimensões do condutor.*

##### 4.2

###### **ensaios de tipo**

ensaios realizados a fim de demonstrarem características de desempenho satisfatórias tendo em conta as aplicações previstas. São ensaios de natureza tal que, uma vez realizados, não precisam de ser repetidos, a não ser que ocorram mudanças nas matérias-primas, na concepção ou no processo de fabrico, que possam alterar as características das caixas de protecção.

##### 4.3

###### **ensaios de série**

ensaios previstos para serem efectuados de maneira repetitiva sobre os produtos fabricados em série, quer sob a forma de ensaios individuais, quer sob a forma de ensaios por amostra, com vista a verificar que uma dada fabricação satisfaz a critérios definidos.

#### 5 SIMBOLOS E ABREVIATURAS

No presente documento são usados os seguintes símbolos e abreviaturas:



Protecção por isolamento total;

**BT**

Baixa tensão;

**BTE**

Baixa tensão especial (potência contratada superior a 41,4 kVA);

**DIN**

Norma alemã;

**DMA**

Documento normativo da EDP Distribuição (Materiais e Aparelhagem – Características e/ou Ensaios);

**EN**

Norma Europeia;

**IEC**

Publicação IEC (Comissão Electrotécnica Internacional);

**ISO**

Norma internacional emitida pela ISO (Organização Internacional de Normalização);

**NP**

Norma Portuguesa;

**NP EN**

Versão portuguesa de Norma Europeia;

**NP EN ISO**

Versão portuguesa de uma Norma Europeia resultante da adopção pelo CEN (Comité Europeu de Normalização) da Norma ISO.

## 6 CONDIÇÕES GERAIS

### 6.1 Condições normais de serviço

As caixas de protecção devem poder ser utilizados nas condições normais de serviço definidas na secção 6.1 da norma IEC 60439-1, devendo ser considerado para o efeito que as caixas de protecção são um equipamento para instalação exterior e que as condições ambientais correspondem ao grau 3 de poluição.

### 6.2 Condições de transporte e armazenagem

As caixas de protecção devem poder ser submetidos às condições durante o transporte e armazenamento definidas na secção 6.3 da norma IEC 60439-1.

## 7 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

As caixas de protecção são um conjunto de aparelhagem de baixa tensão, pelo que devem possuir as características eléctricas especificadas nas secções seguintes, de acordo com o disposto na secção 4 da norma IEC 60439-1.

### 7.1 Tensão estipulada de utilização (dos circuitos do conjunto)

A tensão estipulada de utilização ( $U_e$ ) dos circuitos da caixa de protecção deve ser pelo menos igual a 400 V, com base no disposto na secção 4.1.1 da norma IEC 60439-1.

### 7.2 Tensão estipulada de isolamento (dos circuitos do conjunto)

A tensão estipulada de isolamento ( $U_i$ ) dos circuitos da caixa de protecção deve ser pelo menos igual a 440 V, com base no disposto na secção 4.1.2 da norma IEC 60439-1.

### 7.3 Tensão estipulada suportável ao choque (dos circuitos do conjunto)

A tensão estipulada suportável ao choque ( $U_{imp}$ ) dos circuitos da caixa de protecção deve ser pelo menos igual a 6 kV, com base no disposto na secção 4.1.3 da norma IEC 60439-1.

### 7.4 Corrente estipulada (dos circuitos do conjunto)

A corrente estipulada ( $I_n$ ) dos circuitos da caixa de protecção deve ser pelo menos igual a 160 A, com base no disposto na secção 4.2 da norma IEC 60439-1.

### 7.5 Corrente estipulada de curto-circuito limitada por fusível (dos circuitos do conjunto)

A corrente estipulada de curto-circuito limitada por fusível ( $I_{cr}$ ) dos circuitos da caixa de protecção deve ser pelo menos igual a 24 kA, com base no disposto na tabela G da secção 8.5.5.1.1 da norma IEC 60269-2-1.

O valor de pico da corrente de curto-circuito não excede 2,1 vezes o seu valor eficaz, correspondente a um factor de potência de 0,25, com base no disposto na tabela 4 da secção 7.5.3 da norma IEC 60439-1.

### 7.6 Factor estipulado de diversidade

O factor estipulado de diversidade da caixa de protecção deve ser considerado igual a 0,9, com base no disposto na secção 4.7 da norma IEC 60439-1.

## 7.7 Frequência estipulada

A frequência estipulada dos circuitos da caixa de protecção deve ser igual a 50 Hz, com base no disposto na secção 4.8 da norma IEC 60439-1.

## 7.8 Corrente estipulada (do conjunto)

A corrente estipulada da caixa de protecção deve ser pelo menos igual a 230 A, com base no disposto na secção 4.9 da norma IEC 60439-5.

# 8 CONCEPÇÃO E CONSTRUÇÃO

As caixas de protecção devem ser concebidos e construídos com base no disposto nas secções seguintes, e no omissis e aplicável, deve ser considerado o definido na secção 7 da norma IEC 60439-1.

## 8.1 Características mecânicas

### 8.1.1 Generalidades

As caixas de protecção devem ser construídos apenas com materiais capazes de suportar os esforços mecânicos, eléctricos e térmicos, assim como, os efeitos da humidade que é susceptível de se encontrar nas suas condições normais de serviço. As partes constituintes das caixas de protecção em materiais isolantes, devem possuir uma resistência ao calor e ao fogo.

A protecção contra a corrosão deve ser assegurada através da escolha dos materiais adequados ou através da aplicação de revestimentos de protecção na superfície exposta, tendo em conta as condições de utilização previstas e de manutenção.

O invólucro, incluindo os meios de fecho da tampa, as partes amovíveis, etc., deve possuir uma resistência mecânica suficiente para suportar os esforços a que pode ser sujeito nas condições normais de serviço.

Os aparelhos e os circuitos do conjunto devem estar dispostos de maneira a facilitarem o seu funcionamento e a sua manutenção, e ao mesmo tempo assegurarem o grau de segurança necessário com base no especificado no presente documento.

A montagem das caixas de protecção em postes de betão deve prever a utilização da ferragem de fixação especificada na secção 8.3.8 do presente documento, ou outra, desde que aceite pela EDP Distribuição.

As caixas de protecção devem salvaguardar a existência dum espaço interior ou exterior ao invólucro – neste último caso, através da utilização de um acessório apropriado para o efeito – de forma a assegurar uma adequada entrada e acondicionamento dos cabos no interior da caixa de protecção.

As caixas de protecção devem prever a utilização dum invólucro, dotado de uma tampa, e que permita instalar no seu interior 2 triblocos de tamanho 00 e um barramento, constituído por três barras de fase, uma barra de neutro e uma barra da fase de iluminação pública, de acordo com a disposição indicada na figura A1 do anexo A do presente documento.

### 8.1.2 Distâncias de isolamento e linhas de fuga

Os elementos que fazem parte da caixa de protecção devem possuir linhas de fuga e distâncias de isolamento em conformidade com as respectivas normas aplicáveis, devendo as mesmas ser mantidas durante as condições de funcionamento em serviço.

Os elementos, quando instalados no interior do invólucro, devem respeitar as linhas de fuga e as distâncias de isolamento, ou a tensão estipulada suportável ao choque especificada na secção 7.3 do presente documento, tendo em conta as condições de funcionamento em serviço.

Em condições anormais de serviço, tais como em curto-circuito, não devem ser reduzidas de forma permanente as distâncias de isolamento ou a rigidez dieléctrica entre barramentos.

As distâncias de isolamento entre as partes activas e as massas, bem como entre os pólos, devem suportar a tensão de ensaio definida na secção 10.8.2 do presente documento, em função da tensão estipulada suportável ao choque.

Por outro lado, a integridade da isolação sólida e a capacidade para suportar sobretensões temporárias é verificada através da realização do ensaio especificado na secção 10.8.3 do presente documento.

As distâncias de isolamento devem respeitar os valores mínimos indicados na tabela 14 da norma IEC 60439-1, considerando o caso A (campo eléctrico não homogéneo) e as condições normais de serviço.

As linhas de fuga não devem ser inferiores às distâncias de isolamento, devendo respeitar os valores mínimos indicados na tabela 16 da norma IEC 60439-1 em função do grupo de material isolante utilizado (ver secção 7.1.2.3.5 da norma IEC 60439-1) e das condições de funcionamento em serviço.

### 8.1.3 Terminais para ligação dos condutores exteriores

Os terminais da caixa de protecção para ligação dos condutores exteriores, incluindo os de ligação dos triblocos ao barramento, devem ser do tipo parafusos cravados ou roscados (nas barras de fase, de neutro e de iluminação pública). Os parafusos a aplicar devem ser dos tipos indicados na secção 8.6.7 do presente documento. Os parafusos tipo M8 devem ser cravados e os parafusos tipo M10 devem ser roscados.

Os terminais dos circuitos de entrada e saída da caixa de protecção devem possuir todos os elementos correspondentes e necessários para estabelecer a ligação (parafusos, anilhas e porcas).

Os terminais dos circuitos de entrada e saída da caixa de protecção devem permitir ligar condutores preparados com terminais, de acordo com a gama de secções, tipos cabos e terminais normalizados e indicados no anexo D do presente documento.

## 8.2 Invólucro e grau de protecção

### 8.2.1 Grau de protecção IP

A caixa de protecção, quando instalada na sua posição normal de serviço, deve assegurar no mínimo o grau de protecção IP 33D, devendo para o efeito satisfazer as condições do ensaio especificado na secção 10.5 do presente documento.

### 8.2.2 Grau de protecção IK

Adicionalmente, a caixa de protecção deve assegurar no mínimo o grau de protecção IK 08, ao qual corresponde uma energia de impacto igual a 5 J, nas condições do ensaio especificado na secção 10.4.2 do presente documento.

### 8.2.3 Humidade

A caixa de protecção deve, nas condições de humidade atmosférica e variação de temperatura previstas, garantir uma ventilação por convecção natural adequada, de forma a prevenir condensações prejudiciais nas superfícies interiores das paredes do invólucro ou nos equipamentos instalados no seu interior. A concepção do invólucro deve permitir a dita ventilação sem que com isso prejudique o grau de protecção especificado para a caixa de protecção.

A conformidade deste requisito é verificada através do ensaio da secção 10.16 do presente documento.

### 8.2.4 Invólucro

O invólucro deve assegurar a protecção dos elementos instalados no seu interior, bem como a protecção de pessoas contra contactos perigosos com partes activas, devendo permitir ser fixado directamente a um poste de betão através da utilização da ferragem de fixação especificada na secção 8.6.9 do presente documento, ou outra, desde que aceite pela EDP Distribuição.

O invólucro deve ser em material isolante não propagador de chama, próprio para exteriores e resistente à corrosão pelos agentes atmosféricos<sup>2</sup>. Deve ser concebido de forma a não sofrer deformações susceptíveis de prejudicarem a sua função sob a acção das solicitações mecânicas, eléctricas, térmicas e atmosféricas que se possam produzir nas condições de funcionamento em serviço, incluindo as intervenções de exploração e de conservação da rede. Para além disso, deverá ainda possuir as seguintes características:

- respeitar as dimensões interiores mínimas indicadas na figura A1 do anexo A, a título indicativo;
- respeitar a classe II de isolamento (protecção por isolamento total) de acordo com o especificado na secção 8.4.2 do presente documento;
- ter, de preferência, cor cinzenta ou creme;
- não ser susceptível a aumentos de temperatura provenientes dos equipamentos eléctricos que contém, por forma a não alterar as características do material de que é feito;
- garantir os graus de protecção mínimos especificados (IP 33D e IK08);
- permitir uma ventilação adequada, a fim de evitar possíveis condensações ou aquecimentos exagerados do equipamento eléctrico a instalar no seu interior, embora respeitando o grau de protecção IP especificado;
- obedecer, no aplicável, ao especificado na norma IEC 62208.

O invólucro deve ainda ser dotado duma tampa frontal amovível, concebida de modo a garantir, quando fechada, a protecção especificada para a caixa de protecção.

### 8.2.5 Entrada e acondicionamento de cabos

A caixa de protecção deve permitir a entrada e o acondicionamento dos cabos para o seu interior de forma agrupada, sem dificultar o manuseamento e a ligação dos cabos aos terminais de entrada e de saída, e de forma a garantir que os cabos depois de ligados não submetem, principalmente, os terminais dos triblocos a esforços mecânicos que possam colocar em causa a sua integridade, e não possuam raios de curvatura inferiores aos permitidos em função das suas secções.

**Nota:** a caixa de guiamento de cabos indicada na figura A1 do anexo A, é exemplo duma solução possível para garantir a entrada e o acondicionamento dos cabos para o interior da caixa de protecção, devendo apenas ser tomada como tal. Caso o fabricante opte por esta solução, a caixa de guiamento de cabos deve ser do mesmo material que o invólucro, e ser dotada na sua face inferior de aberturas circulares com diâmetros adequados à

<sup>2</sup> No caso de invólucros construídos em poliéster reforçado a fibra de vidro, a deterioração do revestimento exterior (camada protectora do invólucro) quando sujeito às condições meteorológicas normais, nomeadamente às radiações ultravioletas, não deve acontecer num tempo inferior ao tempo de vida útil da caixa de protecção, pelo que a fibra de vidro não deve ficar exposta durante este período.

fixação de buçins para a entrada dos cabos, de acordo com o especificado na secção 8.6.8 do presente documento.

### 8.3 Aquecimento

A caixa de protecção deve ser concebida de forma a evitar que nos seus elementos constituintes se produzam aquecimentos superiores aos indicados no quadro 1, de acordo com o disposto na tabela 2 da secção 7.3 da norma IEC 60439-1.

A conformidade deste requisito é verificada através do ensaio da secção 10.4 do presente documento.

**QUADRO 1**  
Limites de aquecimento

Elementos	Material	Aquecimento (K)
Contactos <sup>1)</sup> (de mola)	Cobre nu	45
	Latão nu	50
	Estanhado	60
	Niquelado	75
	Prateado	<sup>3)</sup>
Terminais <sup>1)</sup>	Cobre nu	60
	Latão nu	65
	Estanhado	65
	Prateado ou niquelado	70 <sup>4)</sup>
Invólucro <sup>2)</sup>	Isolante	40

<sup>1)</sup> De acordo com a tabela 4 da norma IEC 60269-1.  
<sup>2)</sup> De acordo com a tabela 2 da norma IEC 60439-1.  
<sup>3)</sup> O limite não é estabelecido sendo este condicionado à não danificação das partes adjacentes.  
<sup>4)</sup> O limite do aumento de temperatura resulta da utilização de condutor isolado em PVC.

### 8.4 Protecção contra os choques eléctricos

#### 8.4.1 Protecção contra contactos directos

A protecção contra contactos directos deve ser obtida através do invólucro da caixa de protecção, o qual deve envolver todos os aparelhos a colocar no seu interior, de acordo com o disposto na secção 7.4.2.2 da norma IEC 60439-1.

#### 8.4.2 Protecção contra contactos indirectos

A protecção contra choques indirectos deve ser obtida por isolação total, de acordo com o disposto na secção 7.4.3.2.2 da norma IEC 60439-1.

### 8.5 Protecção contra curto-circuitos e resistência aos curto-circuitos

As caixas de protecção devem ser construídas de modo a resistirem aos esforços térmicos e dinâmicos resultantes das correntes de curto-circuito especificadas na secção 7 do presente documento, de acordo com o disposto na secção 7.5 da norma IEC 60439-1.

A conformidade deste requisito é verificada através do ensaio da secção 10.6 do presente documento.

## 8.6 Aparelhos de conexão e componentes instalados no conjunto

### 8.6.1 Generalidades

Os aparelhos de conexão e os componentes instalados no conjunto devem estar conformes com as respectivas normas aplicáveis.

Os aparelhos de conexão e os componentes instalados no conjunto devem ser adequados para montagem no interior do invólucro das caixas de protecção, e devem ser adequados às características eléctricas especificadas na secção 7 do presente documento.

### 8.6.2 Instalação e disposição dos aparelhos

Os aparelhos de conexão e os componentes devem ser instalados de acordo com as instruções do fabricante (posição de utilização, distâncias a observar, etc.) tendo em conta a disposição indicada na figura A1 do anexo A do presente documento, e permitir uma fácil acessibilidade para efeitos de montagem, cableamento, manutenção e substituição.

Os aparelhos de conexão e os componentes devem ser instalados e cableados no interior do conjunto de modo a que o seu próprio funcionamento não seja comprometido por influências mutuas, por exemplo, calor, arcos, vibrações, campos electromagnéticos, produzidas nas condições normais de serviço.

Os aparelhos de conexão e os componentes instalados no interior do conjunto devem possuir uma ventilação natural.

### 8.6.3 Acesso aos aparelhos de conexão e componentes

O acesso aos aparelhos de conexão e componentes instalados no interior do conjunto deve ser feito através da tampa do invólucro, a qual deve possuir dispositivos de fecho impermeáveis, do tipo triangular, de material plástico ou de latão, e com um perfil triangular de altura nominal igual a 8 mm, e quando aberta deve permitir um livre e fácil acesso ao interior da caixa de protecção, nomeadamente aos equipamentos eléctricos instalados.

### 8.6.4 Bastidor

O bastidor, caso exista, deve ser do tipo calha metálica C20, de acordo com a norma EN 60715, e deve fixar-se na face posterior, e do lado interior do invólucro, de modo a servir de estrutura de suporte e de fixação do equipamento eléctrico (barramentos, triblocos, etc.).

O bastidor pode também ser constituído por uma placa de montagem de material isolante, devendo no entanto ser sempre dimensionado para poder resistir às solicitações eléctricas, químicas (humidade) e mecânicas a que possa ser submetido, e garantir que nenhuma peça condutora entre em contacto directo com partes activas.

### 8.6.5 Barramento

O barramento deve ser constituído por barras em cobre electrolítico com as características eléctricas definidas pela norma NP 404, e possuir no mínimo a secção de 20x5 (mm) para as barras de fase e de neutro, e de 20x3 (mm) para o barra de iluminação pública.

O barramento deve estar preparado com terminais de acordo com o definido na secção 8.1.3 do presente documento e possuírem a forma geométrica indicada na figura A1 do anexo A.

O barramento deve ser fixo ao bastidor através de isoladores em resina epóxida, dimensionados para resistir às solicitações mecânicas, eléctricas e químicas, susceptíveis de se produzirem nas condições normais de utilização, bem como das manobras de conservação e exploração da rede.

#### 8.6.6 Triblocos

Os triblocos a instalar no interior da caixa de protecção devem estar de acordo com a secção IB a norma IEC60269-2-1, serem do tamanho 00, possuírem todas as partes activas isoladas de modo a conferirem um grau de protecção mínimo igual a IP 1x, e possuírem a forma de ligação B ou C (ver anexo C).

**Nota 1:** não são aceites triblocos com a forma de ligação em escada.

**Nota 2:** as caixas de protecção serão equipadas com elementos de substituição de facas de tamanho 00, segundo a norma IEC 60269-1. No quadro F1 do anexo F são indicados os valores máximos das correntes estipuladas dos elementos de substituição (de zona de corte e categoria de utilização gG), bem como o comprimento máximo correspondente, das canalizações, tendo em vista a protecção contra sobrecargas (sobrecargas e curto-circuitos) dos condutores de saída. Os elementos de substituição são de fornecimento separado.

#### 8.6.7 Pernos, parafusos porcas e anilhas

Todos os pernos, porcas, parafusos e anilhas que fazem parte dos circuitos activos da caixa de protecção devem ser de aço inoxidável da classe A2 de acordo com a norma EN ISO 3506-3.

Nas caixas de protecção devem ser usados, fazendo parte dos circuitos activos, os seguintes tipos de parafusos:

- M8x20 para equipar os terminais de fixação dos triblocos ao barramento;
- M8x25 para equipar os terminais de saída dos triblocos;
- M10x25 para equipar os terminais de entrada do barramento de fase;
- M10x25 para equipar os terminais da barra de neutro;
- M8x20 para equipar os terminais da barra de iluminação pública (IP).

No caso dos parafusos M8x25 definidos para aperto dos terminais de saída, para além das respectivas anilhas, deve ser previsto o fornecimento de uma anilha de chapa para parafusos M10.

Os parafusos M8, M10/12, devem ser apertados com um binário de aperto de 10 e 32 Nm, respectivamente, de acordo com a tabela F da norma IEC 60269-2-1.

#### 8.6.8 Bucins

A caixa de protecção deve ser equipada com 5 bucins, na face inferior da caixa de protecção (ver figura A1 do anexo A), de tamanhos adequados aos diâmetros exteriores máximos dos cabos preconizados para a ligação da caixa de protecção à rede de distribuição (ver quadro D1 do anexo D).

Os bucins destinados aos cabos (em torçada) devem ser bucins cónicos ajustáveis, de material isolante, concebidos de modo a que seja possível abrir a entrada do cabo, no local da instalação.

#### 8.6.9 Ferragem de fixação ao poste de betão

A fixação da caixa de protecção deve ser concebida por meio de um sistema que não obrigue à não abertura de furos para o seu interior, de forma a não comprometer a classe II de isolamento especificada para o invólucro.

A ferragem de fixação ao poste de betão, incluindo pernos, parafusos, porcas e anilhas, deve possuir um revestimento por meio de galvanização por imersão a quente e obedecer às características especificadas na secção 8.9 do presente documento.

As caixas de protecção devem vir preparadas de fábrica para a fixação em postes de betão através da ferragem indicada na figura A2 do anexo A.

*Nota: a ferragem de fixação da caixa de protecção ao poste de betão poderá ser diferente da indicada na figura A2 do anexo A, desde que aceite pela EDP Distribuição.*

## 8.7 Ligações eléctricas no interior do conjunto

As conexões das partes condutoras não devem sofrer quaisquer alterações como resultado do aumento normal de temperatura, do envelhecimento dos materiais e vibrações que ocorram nas condições normais de serviço. Em particular, os efeitos da dilatação térmica, as acções electroquímicas na conexão entre materiais diferentes e os efeitos da resistência dos materiais às temperaturas atingidas devem ser tomadas em consideração.

## 8.8 Tipos de conexões eléctricas

O tipo de conexão eléctrica entre os vários equipamentos eléctricos deve ser do tipo conexão fixa, com base no disposto na secção 7.11 da norma IEC 60439-1.

## 8.9 Protecção contra a corrosão

Todos os elementos metálicos devem ser protegidos contra a corrosão por um revestimento<sup>3</sup> obtido pela imersão dos elementos convenientemente preparados<sup>4</sup> num banho de zinco em fusão (galvanização por imersão a quente).

A qualidade do revestimento deve ser avaliada com base nas seguintes características:

- aspecto de superfície;
- aderência;
- continuidade e uniformidade;
- massa de zinco por unidade de superfície (ensaio de tipo)/espessura (ensaio de recepção).

O revestimento deve apresentar um aspecto liso (isento de nódulos, bolhas<sup>5</sup>, ausência de rugosidade, pontas aguçadas, etc.) e isento de resíduos de fluxo e de escorrimentos e cinzas de zinco.

O revestimento deve ser suficientemente aderente para suportar, sem fissuração ou escamagem, as operações de armazenamento, transporte e montagem e as condições de serviço.

O revestimento deve ser contínuo (ausência de zonas não revestidas), tão uniforme quanto possível (para evitar que se danifique durante o manuseamento) e isento de tudo que possa prejudicar a utilização do poste.

A massa de zinco depositada por unidade de superfície e a espessura da camada de zinco devem respeitar os valores (mínimos) indicados no quadro 2, de acordo com o disposto nos quadros 2 e 3 da norma NP EN ISO 1461.

A verificação do sistema de protecção contra a corrosão dos elementos metálicos deve obedecer às condições de ensaio especificadas na secção 10.13 do presente documento.

<sup>3</sup> Zinco e ligas de zinco-ferro.

<sup>4</sup> Verificação, por inspecção visual, das extremidades dos elementos metálicos quanto a perfeição de corte e a inexistência de rebarbas.

<sup>5</sup> Elevações do revestimento sem metal sólido subjacente.

**QUADRO 2**  
**Massa e espessuras do revestimento**

Elementos	Valores mínimos		Valores médios	
	Espessura local do revestimento	Massa local do revestimento <sup>1)</sup>	Espessura (média) do revestimento	Massa (média) do revestimento <sup>1)</sup>
	$\mu\text{m}$	$\text{g}/\text{m}^2$	$\mu\text{m}$	$\text{g}/\text{m}^2$
Ferragens (espessura <6 mm)	55	396	70	504
Chapas (espessura <6 mm)	55	396	70	504
Pernos, parafusos e porcas	45	324	55	396
Anilhas	55	396	70	504

<sup>1)</sup> Valor calculado a partir da espessura e da densidade do revestimento (7,2 g/cm<sup>3</sup>).

## 9 MARCAÇÃO

### 9.1 Chapa de características

A marcação das caixas de protecção deve ser durável e facilmente legível, e pode ser por realizada por moldagem, pressão ou por uma ou mais chapas de características, onde conste pelo menos a seguinte informação:

- marca e nome do fabricante<sup>6</sup>;
- designação comercial e referência atribuída pelo fabricante à caixa de protecção;
- ano e semana de fabrico de acordo com a norma ISO 8601 (1989), em representação truncada na forma YYWww (por exemplo: 03W13, para a 13<sup>a</sup> semana de 2003);
- grau de protecção IP e IK;
- tensão estipulada de utilização;
- tensão estipulada suportável ao choque;
- corrente estipulada (do conjunto).

O invólucro deve ser marcado com o símbolo  , o qual deve ser visível do exterior.

**Nota:** a fixação da chapa de características não deve comprometer o índice de protecção e a classe de isolamento da caixa de protecção.

### 9.2 Identificação do barramento

A marcação do barramento deve ser feita por meio das notações alfanuméricas indicadas no quadro 3, satisfazendo a norma IEC 60446.

**QUADRO 3**  
**Marcações do barramento**

Designação dos condutores	Marcação alfanumérica
Fase 1	L1
Fase 2	L2
Fase 3	L3
Neutro	N
Iluminação pública	IP

<sup>6</sup> Entende-se por fabricante como sendo a organização que assume a responsabilidade total pelo produto acabado.

## 10 ENSAIOS DE TIPO

### 10.1 Generalidades

Caso as exigências à conformidade dos resultados ou ao modo de procedimento (método de ensaio) dos ensaios prescritas no texto das normas abaixo referidas contrariem o especificado no presente documento, imperam as imposições indicadas neste último. No omissivo, é válido o especificado nas normas aplicáveis aos ensaios.

Os ensaios indicados devem ser realizados a uma temperatura ambiente compreendida entre 15 °C e 30 °C, se outra temperatura não for especificada.

Os ensaios devem ser realizados em caixas de protecção com todos os equipamentos instalados na sua posição normal de serviço.

Os provetes devem ser feitos em laboratório de acordo com as dimensões indicadas e devem ser retirados de diversas zonas da caixa de protecção. Devem ter a espessura de  $3 \pm 0,2$  mm, se outra não for indicada.

As características, tais como, dimensões indicativas, disposições construtivas e marcações são verificadas antes dos ensaios. No caso de surgirem não conformidades, não se realizam os ensaios que se seguem.

Os ensaios indicados nas secções 10.2, 10.3, 10.5, 10.7, 10.10.2, e 10.11.3 do presente documento, devem ser realizados por esta ordem e sobre a mesma amostra. Todos os outros ensaios podem ser realizados sobre amostras diferentes, à discricção do fabricante.

### 10.2 Queda livre

O ensaio de queda livre deve ser realizado segundo a norma IEC 60068-2-32, tendo em conta as seguintes condições:

- deve ser utilizado o método 1;
- a altura da queda a considerar é de 100 mm;
- um dos ensaios é realizado com a caixa de protecção suspensa por um dos cantos superiores, sendo no outro ensaio suspensa por um dos cantos inferiores;
- as caixas de protecção devem ser embaladas como em transporte normal.

### 10.3 Verificação da indelebilidade das marcações

O ensaio deve ser realizado de acordo com a secção 8.2 da norma EN 50298.

As marcações devem ser verificadas visualmente, não devendo ser possível a sua remoção por atrito esfregando-as à mão com um pano embebido em água durante 15 s, e a seguir, de novo durante 15 s, com um pano embebido em derivado de petróleo.

**Nota:** o derivado de petróleo deve ser definido como um solvente hexano com conteúdo aromático máximo de 0,1 % em volume, um valor de klausibutanol de 29, ponto de ebulição inicial de 65 °C e final de 69 °C e densidade aproximadamente de 0,68 g/cm<sup>3</sup>.

Após o ensaio as marcações deverão permanecer facilmente legíveis.

As marcações por moldagem ou punção não devem ser submetidas a este ensaio.

## 10.4 Verificação dos limites de aquecimento

O ensaio de verificação dos limites de aquecimento deve ser realizado de acordo com a secção 8.2.1 da norma IEC 60439-1 e obedecer às condições a seguir descritas.

O ensaio deve ser realizado com a caixa de protecção montada na sua posição normal de serviço e devidamente equipada.

O circuito de passagem de corrente é o indicado no esquema da figura B1 do anexo B. A corrente de entrada e de saída é de 160 A.

Devem ser utilizados elementos de substituição convencionais de acordo com o especificado na figura 5(l) da norma IEC 60269-2-1, com o tamanho do respectivo tribloco.

Os aquecimentos máximos a considerar estão indicados no quadro 2 da secção 8.2.7 do presente documento.

Os resultados são considerados conformes se nenhum dos aquecimentos ultrapassar o respectivo valor indicado.

As diferentes peças da caixa de protecção ensaiada, nomeadamente as partes isolantes, não devem apresentar danos visíveis, tais como deformações, riscos, bolhas, fissuras, lascas, etc.

A posição dos contactos dos triblocos, assim como de outras partes metálicas em contacto com partes isolantes, não deve sofrer alterações apreciáveis, para que o funcionamento da caixa de protecção não fique comprometido.

**Nota:** o método para verificação da não deterioração das partes isolantes consiste, por um lado, na inspecção visual das mesmas, e por outro, na comparação, antes e após o ensaio, das suas características dimensionais (espessura, etc.). A avaliação dos resultados (por exemplo, a diferença relativa percentual -

$$\Delta\epsilon(\%) = \frac{A_i - A_f}{A_i} \cdot 100$$
, dos valores medidos antes e após o ensaio) será objecto de acordo entre os fabricantes e

a EDP Distribuição.

## 10.5 Verificação das propriedades dieléctricas

### 10.5.1 Generalidades

A caixa de protecção deve ser equipada com os elementos de substituição convencionais especificados na figura 5(l) da norma IEC 60269-2-1, com o tamanho dos respectivos triblocos.

Nenhum dos ensaios de tensão a seguir indicados deve ser dispensado.

### 10.5.2 Ensaio ao choque

O ensaio ao choque deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 8.2.2.6 da norma IEC 60439-1, e obedecer às condições a seguir descritas.

Deve ser aplicada, em todos os ensaios e de acordo com o disposto na secção 7.1.3 do presente documento, uma onda de choque de 6 kV.

O ensaio deve ser conduzido, de preferência, através da aplicação de uma onda de choque de 1,2/50  $\mu$ s. A onda de choque deve ser aplicada três vezes para cada polaridade, em intervalos de tempo não inferiores a 1 s.

### 10.5.3 Ensaio à frequência industrial

Os ensaios à frequência industrial devem ser realizados de acordo com o disposto nas secções 8.2.2.2 e 8.2.2.4 da norma IEC 60439-1, e obedecer às condições a seguir descritas.

Deve ser aplicada, em todos os ensaios, e de acordo com as condições de funcionamento em serviço, uma tensão à frequência industrial com 4 kV durante um período não inferior a 1 min.

### 10.5.4 Resultados a obter

Os resultados dos ensaios não são considerados conformes se se produzir uma descarga disruptiva (perfuração, contornamento ou escorvamento) ou se for verificado a existência de fissuras ou qualquer outra deterioração visível.

## 10.6 Verificação da resistência ao curto-circuito

O ensaio deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 8.2.3 da norma IEC 60439-1.

O circuito de passagem de corrente é o indicado no esquema da figura B2 do anexo B. A corrente de curto-circuito é especificada na secção 7.5 do presente documento e considerando uma tensão de restabelecimento, à frequência industrial, de 440 V entre pólos de fase.

Devem ser utilizados elementos de substituição de acordo com a norma IEC 60269-2-1, de tamanho 00, corrente estipulada 160 A e categoria de utilização gG.

## 10.7 Verificação das distâncias de isolamento e das linhas de fuga

O ensaio deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 8.2.5 da norma IEC 60439-1.

As distâncias mínimas de isolamento e de linhas de fuga devem estar de acordo com o especificado na secção 8.1.2 do presente documento.

Em nenhuma situação as linhas de fuga devem ser inferiores às distâncias de isolamento.

Este ensaio não deve ser dispensado, mesmo no caso de ter sido realizado o ensaio indicado na secção 10.5.3 do presente documento.

O método de medição das distâncias de isolamento e das linhas de fuga encontra-se indicado no anexo F da norma IEC 60439-1.

## 10.8 Verificação do funcionamento mecânico

O ensaio deve ser realizado de acordo com o especificado na secção 8.2.6 da norma IEC 60439-1.

Cada ciclo consiste em introduzir, e depois retirar, o elemento de substituição da respectiva base.

O elemento de substituição de ensaio deve obedecer às seguintes condições:

- a sua corrente estipulada, bem como o seu tamanho, correspondem respectivamente, à corrente estipulada e tamanho, do tribloco;
- as suas dimensões obedecem ao especificado na norma IEC 60269-2-1, figura 1(I).

Devem ser realizados 50 ciclos de manobra, distribuídos pelos triblocos da caixa de protecção em ensaio.

Deve ser verificada a funcionalidade da tampa, devendo a mesma poder ser removida e reinstalada, assim como, os dispositivos de fecho. A tampa, quando aberta deve permitir um livre e fácil acesso ao interior da caixa de protecção, nomeadamente aos equipamentos eléctricos instalados.

O ensaio é considerado conforme se as condições de funcionamento da caixa de protecção não são comprometidas e o esforço necessário ao seu funcionamento é praticamente idêntico ao verificado antes do ensaio.

### **10.9 Verificação do grau de protecção**

O ensaio deve ser realizado de acordo com secção 8.2.7 da norma IEC 60439-1, e verificar o grau de protecção IP 33D especificado na secção 7.2.1 do presente documento.

Caso sejam facilmente observados traços de água no interior do invólucro, imediatamente após a verificação do ensaio de penetração de água, a caixa de protecção deve ser submetida, de seguida, à verificação das propriedades dieléctricas através da realização dos ensaios especificados nas secções 10.8.3 e 10.8.4 do presente documento.

### **10.10 Verificação da resistência mecânica**

Os ensaios devem ser realizados de acordo com a secção 8.2.9 da norma IEC 60439-5, respeitando as condições abaixo indicadas.

A conformidade dos ensaios deve obedecer às prescrições da referida norma, tendo em atenção que os graus de protecção mínimos a considerar são: IP 33D e IK 08.

A verificação do grau de protecção deve ser feita antes da realização dos ensaios mecânicos, excepto no relativo ao ensaio descrito na secção 10.4.4 do presente documento.

Devem ser realizados os seguintes ensaios:

#### 10.10.1 Verificação da resistência ao esforço estático

O ensaio deve ser realizado de acordo com a alínea b) da secção 8.2.9.1.1 da norma IEC 60439-5.

#### 10.10.2 Verificação da resistência ao impacto

O ensaio deve ser realizado de acordo com a secção 8.2.9.2.1 da norma IEC 60439-5, e verificar a capacidade do conjunto em suportar uma energia de impacto não inferior ao valor a 5 J.

#### 10.10.3 Verificação da resistência dos insertos metálicos

O ensaio deve ser realizado de acordo com a secção 8.2.9.4 da norma IEC 60439-5.

#### 10.10.4 Verificação da resistência aos impactos mecânicos com objectos pontiagudos

O ensaio deve ser realizado de acordo com a secção 8.2.9.5 da norma IEC 60439-5, e deve considerar uma energia de impacto não inferior ao valor a 5 J.

### **10.11 Verificação da resistência ao calor anormal e ao fogo (materiais isolantes)**

#### 10.11.1 Verificação da resistência ao calor anormal

O ensaio deve ser realizado de acordo com a secção 8.2.10.1 da norma IEC 60439-5.

#### 10.11.2 Verificação da categoria de inflamabilidade

O ensaio deve ser realizado de acordo com a secção 8.2.10.2 da norma IEC 60439-5.

#### 10.11.3 Ensaio de calor seco

O ensaio deve ser realizado de acordo com a secção 8.2.10.3 da norma IEC 60439-5.

### 10.12 Verificação da resistência à corrosão e ao envelhecimento

O ensaio deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 8.2.11 da norma IEC 60439-5.

### 10.13 Verificação do revestimento metálico (elementos metálicos)

#### 10.13.1 Verificação da aderência do revestimento

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a norma NP 526.

#### 10.13.2 Verificação da uniformidade do revestimento

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a norma NP 527.

#### 10.13.3 Determinação da massa por unidade de superfície

A determinação das massas mínima e média do revestimento de superfície, por unidade de superfície, devem ser determinadas em ensaio de dissolução dos revestimentos de superfície de provetes (3 provetes de 5 cm de comprimento por cada elemento metálico), segundo a norma NP EN ISO 1460. O ensaio deve incidir sobre pelo menos um elemento metálico de cada espessura.

Ter-se-á para cada elemento estrutural:

$m_{01}$  - massa inicial, expressa em gramas, do provete 1;

$m_{02}$  - massa inicial, expressa em gramas, do provete 2;

$m_{03}$  - massa inicial, expressa em gramas, do provete 3;

$m_{11}$  - massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície do provete 1;

$m_{12}$  - massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície do provete 2;

$m_{13}$  - massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície do provete 3;

$A_{i1}$  - área, expressa em metros quadrados, da superfície do provete 1

$A_{i2}$  - área, expressa em metros quadrados, da superfície do provete 2

$A_{i3}$  - área, expressa em metros quadrados, da superfície do provete 3

Considera-se como massa local do revestimento de zinco por unidade de superfície o menor dos três valores obtidos, respectivamente, pelas expressões seguintes:

$$\frac{m_{01} - m_{11}}{A_{i1}} \quad \frac{m_{02} - m_{12}}{A_{i2}} \quad \frac{m_{03} - m_{13}}{A_{i3}}$$

O menor destes valores não deve ser inferior ao valor estipulado indicado no quadro 1 (ver secção 7.2.3).

Considera-se como massa média do revestimento de zinco por unidade de superfície o valor dado pela expressão seguinte:

$$\frac{1}{3} \left( \frac{m_{01} - m_{11}}{A_{i1}} + \frac{m_{02} - m_{12}}{A_{i2}} + \frac{m_{03} - m_{13}}{A_{i3}} \right)$$

Este valor não deve ser inferior ao valor estipulado indicado no quadro 1 da secção 8.7 do presente documento.

#### 10.13.4 Medição da espessura do revestimento

A medição da espessura local<sup>7</sup> do revestimento, em três áreas de referência<sup>8</sup> (com cerca de 20 cm<sup>2</sup> cada uma), localizadas aleatoriamente (mas com exclusão de áreas na proximidade de extremidades, arestas ou bordos). As medições, em número de cinco por cada área de referência, devem ser realizadas por método magnético, segundo NP EN ISO 2178. Para cada uma das áreas de referência, a média aritmética dos valores obtidos nas respectivas 5 medições não deve ser inferior ao valor estipulado indicado no quadro 1 da secção 8.7 do presente documento.

A medição da espessura do revestimento dos elementos metálicos, deve ser determinada com base nas 15 medições efectuadas. A média aritmética dos 15 valores obtidos não deve ser inferior ao valor estipulado indicado no quadro 1 da secção 8.7 do presente documento.

#### 10.14 Absorção de água

Este ensaio é realizado sobre as partes isolantes, de acordo com a norma EN ISO 62, considerando os seguintes condicionalismos:

- deve ser considerado o método 1;
- as pesagens não deverão conduzir a valores superiores a 1 %;
- a caixa de protecção será considerada conforme, se nenhum dos valores obtidos ultrapassar o valor mencionado.

#### 10.15 Resistividade volúmica e superficial

Este ensaio é realizado sobre as partes isolantes, de acordo com a norma IEC 60093, considerando os seguintes condicionalismos:

- os provetes são sujeitos a um pré-condicionamento igual ao do ensaio de absorção de água e as medições devem ser realizadas dentro dos 5 minutos seguintes;
- as medições devem ser feitas depois de passados 2 minutos da aplicação da tensão de 1000 V;
- para o caso da resistência transversal devem ser feitas medições nos dois sentidos (opostos);
- para o caso da resistência superficial devem ser feitas medições em 4 sentidos (em cruz);
- para cada um dos casos (transversal e superficial), nenhum valor medido deverá ser inferior a 10 % da média geométrica dos valores medidos;
- os valores mínimos a considerar são:
  - Resistividade transversal: 10<sup>12</sup> Ω.cm;
  - Resistividade superficial: 10<sup>12</sup> Ω.

#### 10.16 Verificação do fenómeno de condensação

A verificação da adequação da concepção da caixa de protecção ao fenómeno das condensações deve ser realizada de acordo com o ensaio especificado na secção 3.2 da norma DIN 47609.

<sup>7</sup> Definição de espessura local segundo NP EN ISO 1461.

<sup>8</sup> Definição de área de referência segundo NP EN ISO 1461.

## 11 ENSAIOS DE SÉRIE

Os ensaios devem ser realizados com as caixas de protecção na sua posição normal de serviço a uma temperatura ambiente compreendida entre 15 °C e 30 °C, se outra disposição não for indicada.

Os ensaios devem ser efectuados sobre caixas de protecção novas, e podem ser realizados sobre qualquer ordem.

### 11.1 Cablagem e funcionamento eléctrico

O ensaio deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 8.3.1 da norma IEC 60439-1, com as seguintes condicionantes:

- as marcações devem estar de acordo com o especificado na secção 9 do presente documento;
- as distâncias de isolamento e linhas de fuga a considerar são como indicado na secção 7.2.4 do presente documento;
- as distâncias de isolamento e linhas de fuga devem ser verificadas, por meio de equipamentos apropriados, as dimensões impostas;
- o ensaio eléctrico operacional é de carácter obrigatório.

### 11.2 Ensaio dieléctrico

Ensaio a realizar de acordo com a alínea a) da secção 8.3.2.2 da norma IEC 60439-1, tendo em atenção as condições a seguir descritas.

Deve ser aplicada uma tensão à frequência industrial com 4 kV de valor eficaz durante um período não inferior a 1 min.

### 11.3 Verificação da resistência de isolamento

O ensaio deve ser realizado de acordo com o disposto na secção 8.3.4 da norma IEC 60439-1, considerando as seguintes condições:

- a tensão é aplicada durante um período suficiente para se fazerem duas medidas da resistência de isolamento separadas de pelo menos 15 minutos, sendo feita a primeira medição, pelo menos 2 minutos após a aplicação da tensão;
- o resultado deste ensaio é considerado aceitável se a diferença entre as duas medidas não for superior a 2 %, e nenhuma delas for inferior ao valor de  $10^{12} \Omega$ .

### 11.4 Verificação do revestimento metálico

O ensaio deve ser realizado considerando as seguintes verificações:

- Verificação, por inspecção visual, da não existência de nódulos, bolhas, pontas aguçadas, resíduos de fluxo, escorrimentos e cinzas de zinco (ver secção 8.7 do presente documento);
- Verificação da aderência do revestimento através da realização do ensaio definido na secção 10.14.1 do presente documento;
- Verificação da uniformidade do revestimento através da realização do ensaio definido na secção 10.14.2 do presente documento;
- Medição da espessura do revestimento através da realização do ensaio definido na secção 10.14.4 do presente documento.

## **12 INFORMAÇÃO A APRESENTAR EM CONCURSOS E PROPOSTAS**

O fabricante das caixas de protecção deve apresentar em concursos e propostas, informação técnica de acordo com o definido na secção 5.1 da norma IEC 60439-1.

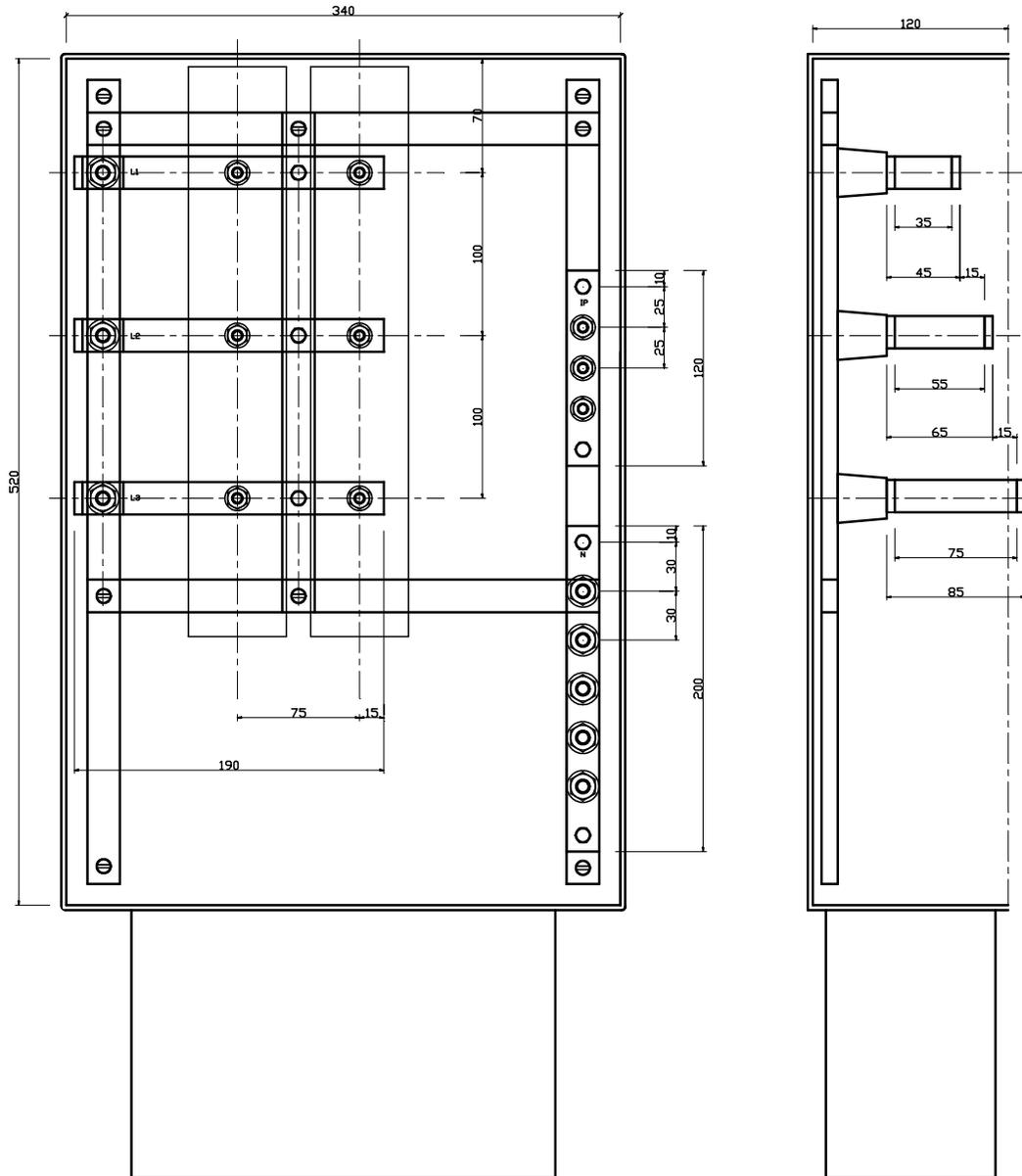
## **13 INSTRUÇÕES PARA A INSTALAÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO**

O fabricante das caixas de protecção deve apresentar, na língua portuguesa, as instruções para a instalação, operação e manutenção de acordo com o disposto na secção 5.3 da norma IEC 60439-1.

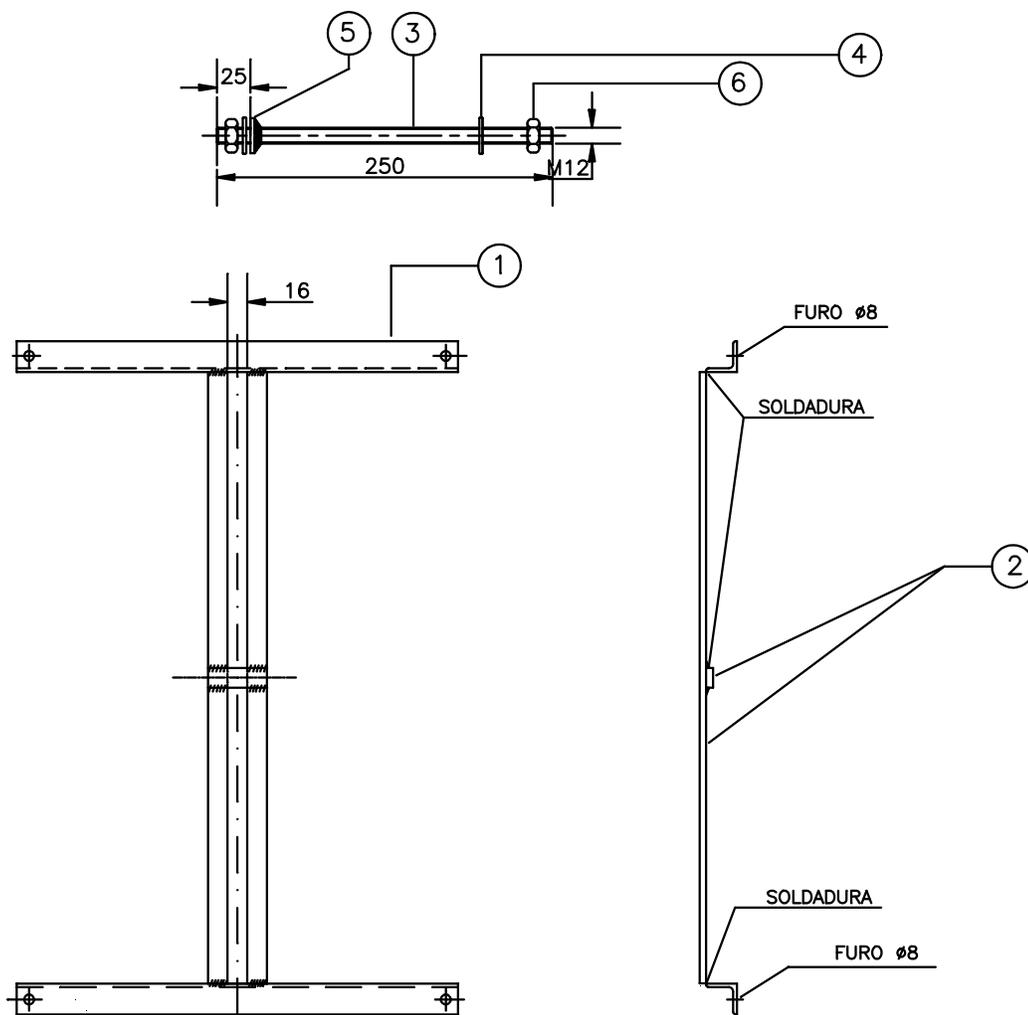
## ANEXO A – DIMENSÕES E DISPOSIÇÃO DOS APARELHOS

(normativo)

**Nota:** as figuras a seguir apresentadas devem ser consideradas como suporte à concepção e construção das caixas de protecção, devendo apenas ser respeitada a disposição dos equipamentos no interior do invólucro, os pormenores de concepção evidenciados e as cotas indicadas.



**Figura A1** – Dimensões e disposição dos equipamentos no interior da caixa de protecção

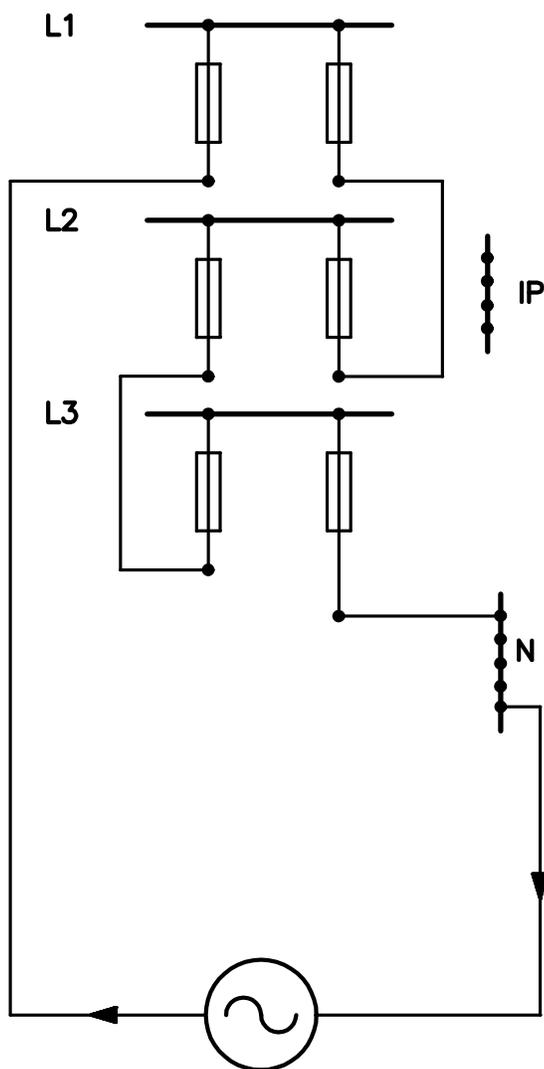

**Legenda:**

N.º	Designação	Quant.	Material
1	Perfil L 25x25x3 (NP-335)	2	Aço de construção
2	Barra 16x5 (NP-334)	3	Aço de construção
3	Perno todo roscado M12x250	2	Aço classe 56 (DIN 267)
4	Anilha Ø 35 com 2,5 mm espessura	4	Aço de construção
5	Anilha soldada Ø 26 com 3 mm espessura	2	Aço de construção
6	Porca sextavada M12	4	Aço classe 56 (DIN 267)

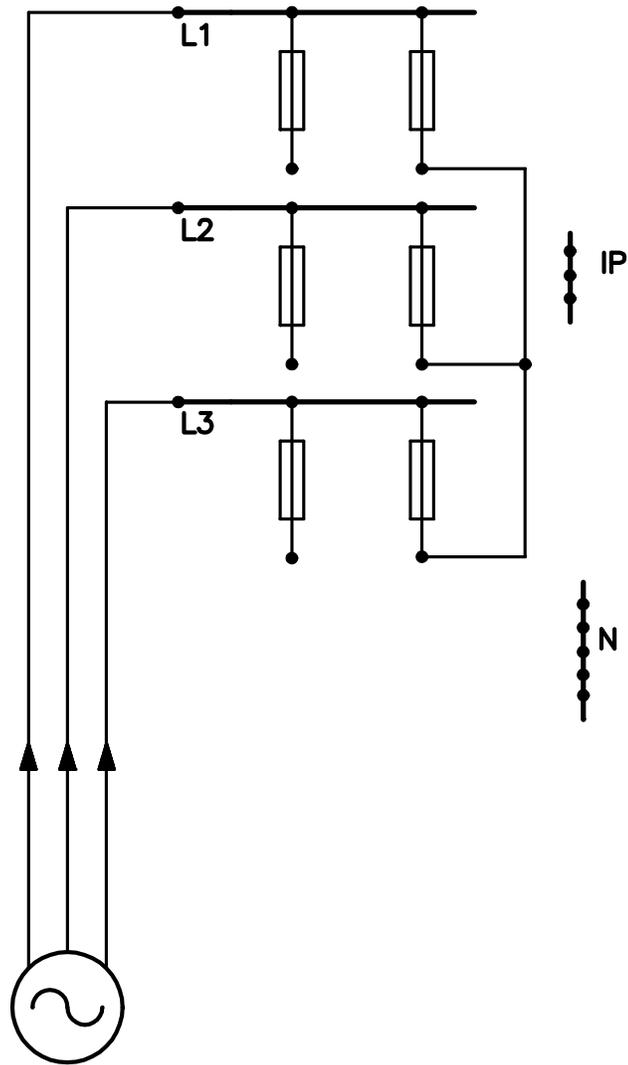
**Figura A2** – Ferragem para fixação da caixa de protecção ao poste de betão

### ANEXO B – CIRCUITOS ELÉCTRICOS PARA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS

(normativo)



**Figura B1** – Circuito eléctrico para realização do ensaio de aquecimento



**Figura B2** – Circuito eléctrico para realização do ensaio de curto-circuito

## ANEXO C – CARACTERÍSTICAS E FORMAS DE LIGAÇÃO DOS TRIBLOCOS

(normativo)

### C1 CARACTERÍSTICAS DOS TRIBLOCOS

Os triblocos instaladas no interior da caixa de protecção devem possuir as características mínimas de acordo com o indicado no quadro C1 seguinte.

**QUADRO C1**  
Características dos triblocos

IEC 60269-1	IEC 60269-2	IEC 60269-2-1	Característica	Uni.	Valor
5.1.1 e)			Dimensões ou tamanho	-	2
5.1.1 f)			Número de pólos (se superior a um)	-	
5.1.1 g)			Valor de pico da corrente máxima suportável	kA	100
5.2		5.2	Tensão estipulada	V	400
5.3.2	5.3.2	5.3.2	Corrente estipulada da base	A	400
5.4			Tipo de corrente e frequência estipulada	-	c.a. 50 Hz
5.5	5.5	5.5	Potência de perdas estipulada	W	45
	6.1	6.1	Marcação	-	1)
		7.1	Características mecânicas	-	1)
		7.1.2	Conexões (incluindo terminais)	-	1)
		7.1.3	Contactos do fusível	-	1)
	7.2		Propriedades isolantes	-	1)
		7.9	Protecção contra choques eléctricos	-	1)
7.10			Resistência ao calor	-	1)
7.11			Resistência mecânica	-	1)
7.12			Resistência à corrosão	-	1)
7.12.1			Resistência à oxidação	-	1)
7.12.2			Resistência às fissuras	-	1)
7.13			Resistência ao calor excessivo e ao fogo	-	1)

<sup>1)</sup> De acordo com a secção e norma(s) indicada(s) nas primeiras três colunas do quadro C1.

## C2 FORMAS DE LIGAÇÃO DOS TRIBLOCOS

Os triblocos instaladas no interior da caixa de protecção devem possuir as formas de ligação B ou C, de acordo com o indicado nas figuras C1 e C2 seguintes.

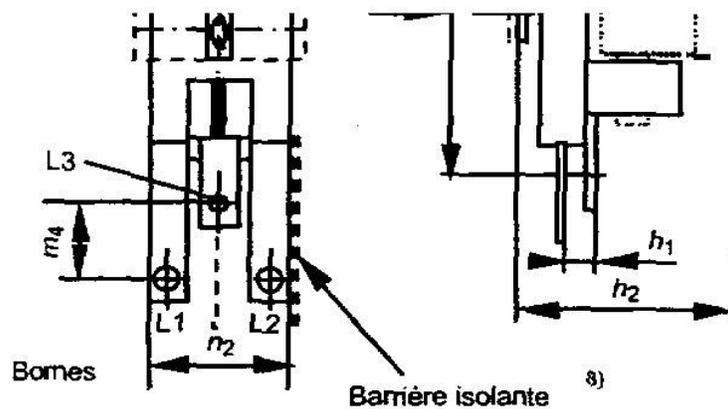


Figura C1 – Triblocos com a forma de ligação B

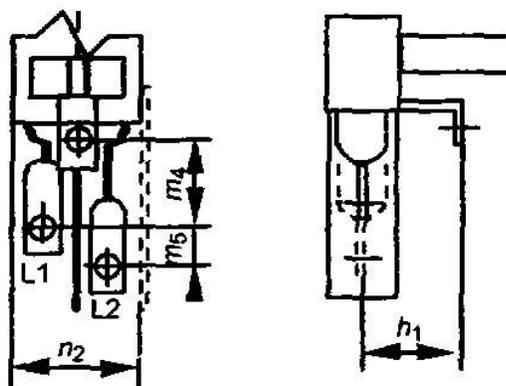


Figura C2 – Triblocos com a forma de ligação C

## ANEXO D – CABOS E TERMINAIS NORMALIZADOS

(informativo)

### D1 CABOS NORMALIZADOS

Os cabos previstos para estabelecer a ligação da caixa de protecção à rede de distribuição são indicados no quadro D1 e não possuem qualquer valor vinculativo, servindo meramente como guia para o dimensionamento dos buçins e dos terminais a aplicar.

**QUADRO D1**  
Diâmetros exteriores dos cabos de entrada e de saída

Tipo de cabo		Diâmetro exterior do cabo (mm)	Ponto de ligação <sup>1)</sup>	Campo de aplicação
Torçadas	LXS 4x25+16	23,4	Terminais de saída dos triblocos	Ramais
	LXS 4x50+16	30,2	Terminais de entrada da caixa de protecção ou Terminais de saída dos triblocos	Linha principal ou Linha derivada
	LXS 4x70+16	35,1	Terminais de entrada da caixa de protecção ou Terminais de saída dos triblocos	Linha principal ou Linha derivada
	LXS 4x95+16	39,4	Terminais de entrada da caixa de protecção	Linha principal
Cabos isolados	LSVAV 4x95	43,6	Terminais de entrada da caixa de protecção	Linha principal
	LSVAV 2x16		Terminais de entrada da caixa de protecção	Rede IP
	VV 1G35 <sup>2)</sup>	12,7	Terminais de entrada da caixa de protecção	Ligação do neutro à terra

<sup>1)</sup> Os terminais da caixa de protecção a ligar referem-se aos terminais do circuito de entrada (ligação aos terminais do barramento) e dos terminais dos circuitos de saída (ligação aos terminais dos triblocos).  
<sup>2)</sup> Este cabo deve possuir uma bainha exterior preta e uma bainha interior verde e amarela.

**Nota 1:** o campo de aplicação das torçadas e dos cabos isolados apresentados, foi retirado do "Guia Técnico de Planeamento" – publicação da EDP, de Agosto de 1995.

**Nota 2:** os valores de diâmetro indicados, relativos às torçadas, referem-se ao diâmetro aparente dos feixes, e foram retirados do quadro 2 do "Guia Técnico de Redes Aéreas em condutores em Torçada" – publicação da Direcção Geral de Energia, de Março de 1991.

**Nota 3:** os valores de diâmetro indicados, relativos aos cabos isolados de BT é um valor teórico calculado de diâmetro exterior fictício, baseado no "método de cálculo fictício para determinação das dimensões dos revestimentos de protecção", constante no anexo A da norma IEC 60502-1.

## D2 TERMINAIS PRÉ-ISOLADOS DE APERTO POR COMPRESSÃO

Os terminais pré-isolados de aperto por compressão com fuste de alumínio e olhal de cobre (CPT AU) são utilizados para estabelecer a ligação das torçadas aos terminais da caixa de protecção e estão de acordo com o DMA-C33-872/E.

Este tipo de terminal deve ser conectado pelo método de conexão compressão hexagonal.

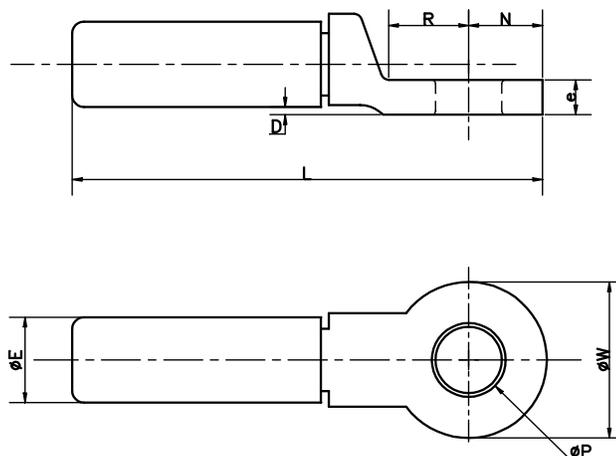


Figura D1 – Terminal pré-isolado de aperto por compressão

### QUADRO D2

#### Dimensões úteis dos terminais pré-isolados de compressão

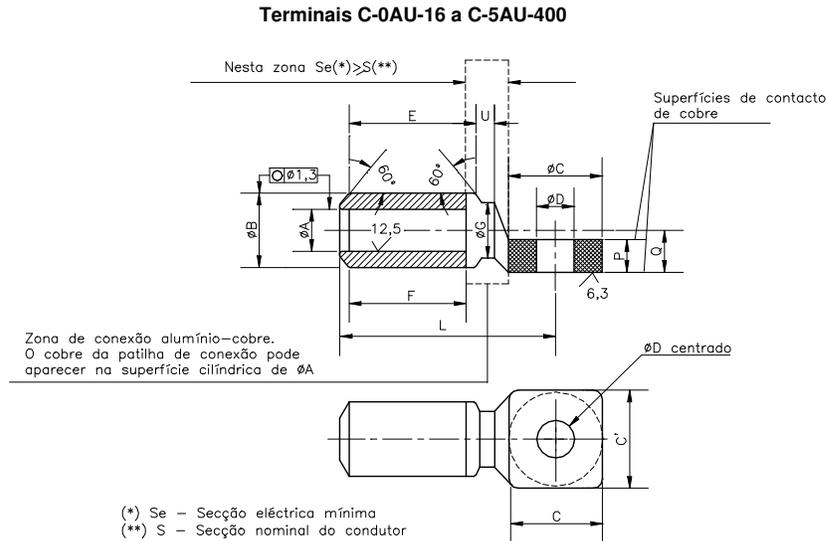
Secção do condutor (mm <sup>2</sup> )	Material do olhal	Cor	Ø E máx. (mm)	D min. (mm)	Ø P ± 0,3 (mm)	e (mm)	W		R min. (mm)	N máx. (mm)	L <sup>1)</sup> (mm)
							min.	máx.			
16	Cu	Azul	19	0,5	10,5	4 a 14	19	30	10	15	77
25	Cu	Laranja	22,9	0,5	12,8	4 a 14	24	40	12,5	20	77
50	Cu	Amarelo	22,9	0,5	12,8	4 a 14	24	40	12,5	20	92
70	Cu	Branco	22,9	0,5	12,8	4 a 14	24	40	12,5	20	92
95	Cu	Cinzento	22,9	0,5	12,8	4 a 14	24	40	12,5	20	92

<sup>1)</sup> Cota indicada por diversos fabricantes.

### D3 TERMINAIS BIMETÁLICOS DE ALUMÍNIO-COBRE

Os terminais bimetálicos de alumínio-cobre são utilizados para estabelecer a ligação dos cabos isolados aos terminais da caixa de protecção e estão de acordo com o DMA-C33-850/N.

Este tipo de terminal deve ser conectado pelo método de conexão punção profunda.



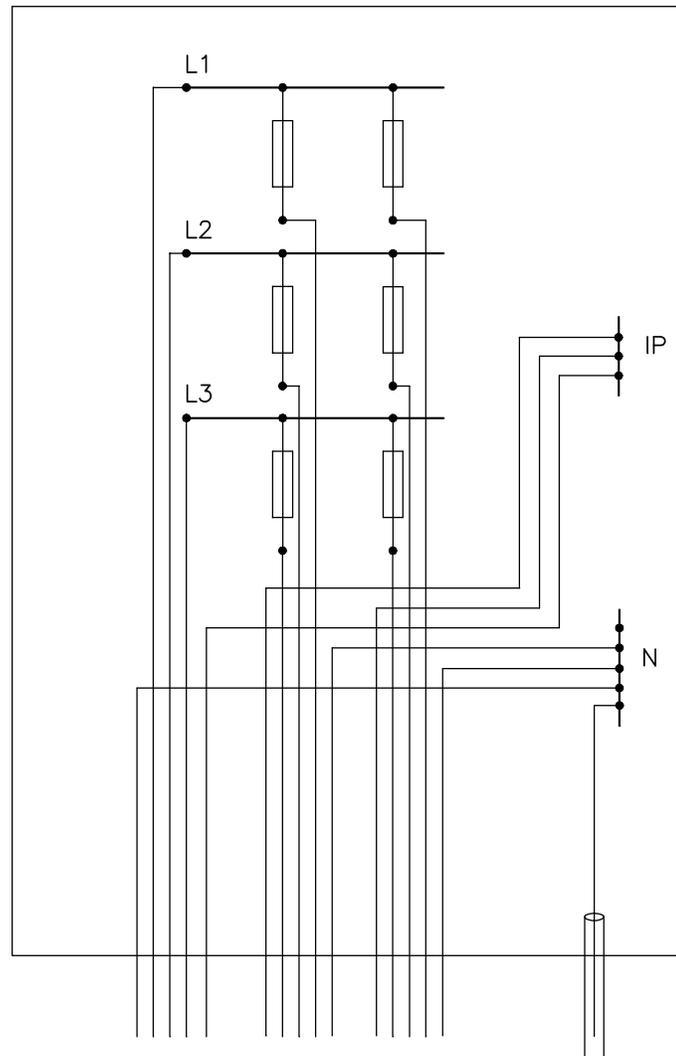
**Figura D2** – Dimensões dos terminais bimetálicos alumínio-cobre

**QUADRO D3**  
Dimensões dos terminais bimetálicos alumínio-cobre

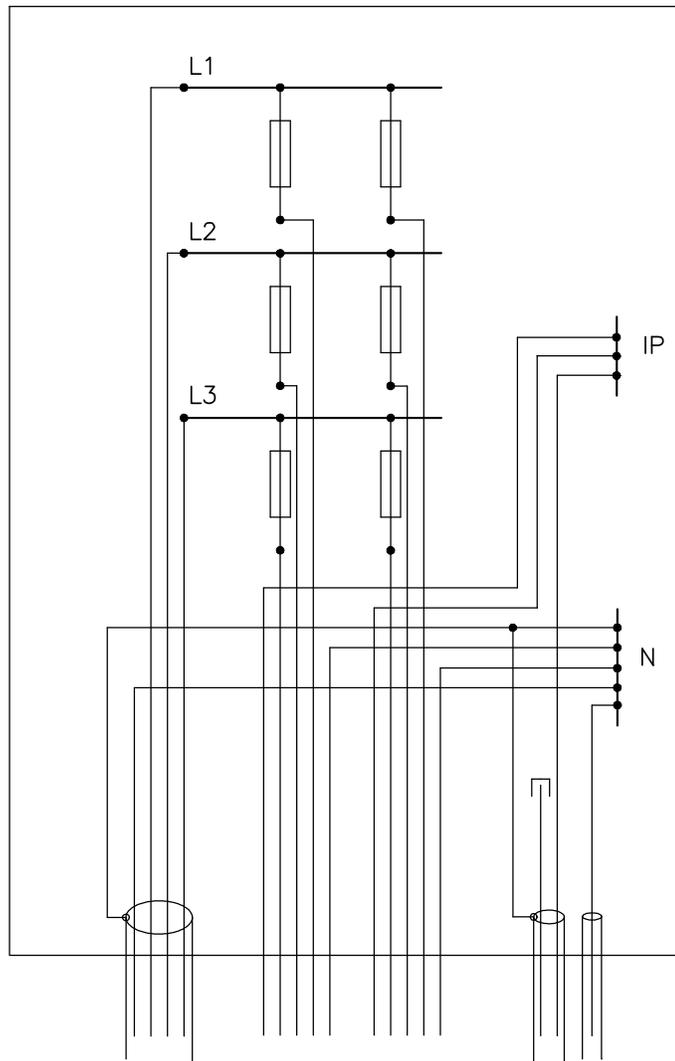
Designação	Secção nominal do conector (mm <sup>2</sup> )	ØA (mm)	ØB (mm)	ØG (mm)	CxC' (mm)	ØD (mm)	Diâmetro nominal (parafuso)	E (mm)	F (mm)	J (mm)	L (mm)	P (2) (mm)	Q (mm)	U (mm)
C-0AU-16	16	(1)	(1)	12,0	mín: 19,0x19,0 máx: 30,0x30,0	10,5	M10	45,5	40,0		78,5		9,0	4,5
C-0AU-25	25													
C-0AU-35	35													
C-1AU-50	50													
C-1AU-70	70			14,8	mín: 24,0x24,0 máx: 41,0x41,0	12,8	M12	44,5	88,5	11,0	5,0			
C-1AU-95	95													
C-2AU-120	120			18,8	mín: 29,0x29,0 máx: 41,0x41,0	16,5	M16	60,8	55,5	108,5	13,0	6,4		
C-2AU-150	150													
C-4AU-185	185			23,8	mín: 35,0x35,0 máx: 41,0x41,0	16,5	M16	59,7	89,0	153,5	17,0	6,9		
C-4AU-240	240													
C-5AU-300	300			28,0	mín: 35,0x35,0 máx: 41,0x41,0	16,5	M16	94,0	89,0	153,5	21,0	8,8		
C-5AU-400	400													
C-6AU-500	500			36,8	(60,0x60,0)±1,0	4x Ø9	M8	95,7	90	30,0	263,5	25,0	8,9	
C-6AU-630	630													
C-7AU-800	800			45,0	(80,0x80,0)±1,0	4x Ø11	M10	128,7	120,5	40,0	298,5	32,0	11,2	
C-7AU-1000	1000													
C-8AU-1200	1200	53,8	(125,0x125,0)±1,0	9x Ø11	9x M10	139,9	131,0	45,0	328,5	34,0	12,1			
C-9AU-1600	1600													
<b>Tolerância</b>		(1)	máx.	-	±0,3	-	0 -2,0	mín.	±0,5	máx.	mín.			

(1) ver secção B.0  
(2) as duas faces devem ser paralelas, com uma tolerância de ±0,2mm

### ANEXO E – ESQUEMA ELÉCTRICO DE LIGAÇÃO À REDE (informativo)



**Figura E1** – Esquema eléctrico de ligação da caixa de protecção à rede (entrada a torçada)



**Figura E2** – Esquema eléctrico de ligação da caixa de protecção à rede (entrada a cabo isolado)

**ANEXO F – PROTECÇÃO DOS CABOS E COMPRIMENTOS MÁXIMOS PROTEGIDOS**

(informativo)

Os condutores são protegidos por elementos de substituição do tipo gG, cujos os valores máximos de correntes estipuladas, e respectivos comprimentos máximos das canalizações protegidas, são apresentados no quadro F1.

**QUADRO F1**  
 **Protecção dos condutores por elementos de substituição do tipo gG**

<b>Tipo de cabo</b>	<b><math>I_z</math> (máx.) (A)</b>	<b><math>I_n</math> (máx.) (A)</b>	<b>L (máx.) (m)</b>
LXS 4x25+16	100	80	150
LXS 4x50+16	150	125	205
LXS 4x70+16	190	160	200

**Legenda:**  
 *$I_z$  (máx.) - Corrente máxima admissível do condutor a 40 °C.  
 $I_n$  (máx.) - Corrente estipulada do elemento de substituição para protecção contra sobrecargas (valor máximo).  
 $L$  (máx.) - Comprimento máximo protegido da canalização contra curto-circuitos (valor calculado para curto-circuitos fase-neutro).*

**Nota:** os valores de corrente estipulados indicados referem-se à protecção dos condutores contra sobrecargas, sendo posteriormente e a partir destes valores, calculados os comprimentos máximos protegidos da canalização, contra curto-circuitos.