

## APARELHOS DE ILUMINAÇÃO ELÉTRICA E ACESSÓRIOS

### Braços de aço tubulares de IP

Características e ensaios

---

**Elaboração:** DTI

**Homologação:** conforme despacho do CA de 2017-05-25

**Edição:** 4

**Acesso:** X Livre

Restrito

Confidencial

## ÍNDICE

0	INTRODUÇÃO .....	3
1	OBJECTO.....	3
2	CAMPO DE APLICAÇÃO .....	3
3	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....	6
3.1	Normas europeias .....	6
3.2	Normas internacionais .....	8
4	CARACTERÍSTICAS DOS BRAÇOS .....	9
4.1	Dimensões.....	9
4.2	Materiais .....	11
4.2.1	Elementos estruturais .....	11
4.2.2	Elementos de ligação (parafusos, porcas e anilhas) .....	11
4.3	Proteção da superfície.....	11
4.3.1	Aspeto superficial do revestimento .....	11
4.3.2	Aderência do revestimento.....	11
4.3.3	Continuidade e uniformidade do revestimento .....	11
4.3.4	Massa por unidade de superfície e espessura do revestimento .....	12
4.4	Tolerâncias .....	12
5	SOLDADURA.....	12
6	MARCAÇÃO .....	13
7	ENSAIOS .....	13
7.1	Ensaio de tipo .....	13
7.2	Ensaio de série .....	16
7.3	Ensaio de receção .....	16
7.4	Ensaio de identidade ao tipo .....	17
8	EMBALAGEM.....	17

## 0 INTRODUÇÃO

O presente documento anula e substitui a edição anterior elaborada em março de 2002.

As modificações introduzidas são resultantes da revisão do Anexo I da Portaria n. 454/2001 de 5 de maio dos contratos de concessão de distribuição de energia elétrica em baixa tensão, e da introdução das luminárias de iluminação pública de tecnologia LED nas redes de distribuição.

As principais alterações efetuadas na presente versão, em relação à anterior, dizem respeito à inclusão de 4 novos braços de 450 mm e 750 mm, com ângulo de dobragem de 85 graus e diâmetro exterior de 42,4 mm, com e sem patilhas de fixação.

## 1 OBJECTO

O presente documento destina-se a estabelecer as características de braços de aço tubulares, de secção reta circular, normalizados pela EDP Distribuição para as redes de iluminação pública (IP) que explora, e dos ensaios de comprovação dessas mesmas características.

O documento contempla os seguintes aspetos dos braços de aço tubulares de IP:

- campo de aplicação;
- características dos braços de aço tubulares: dimensões, materiais, tolerâncias;
- proteção de superfície dos elementos estruturais;
- fixação dos braços de IP;
- soldadura;
- marcação dos braços de IP;
- ensaios;
- embalagem dos elementos estruturais.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento é aplicável aos braços de IP, com e sem patilhas de fixação, indicados no quadro 1.

As condicionantes de utilização dos braços de aço tubulares de IP devido à ação do vento foram determinadas de acordo com os seguintes parâmetros:

- Categoria de terreno I e II:

De acordo com a norma EN 40-3-1:2013 e NP EN 1991-1-4:2010, foram consideradas a categoria de terreno I (zona costeira exposta aos ventos do mar) e categoria de terreno II (zonas de vegetação rasteira, tal como erva, e obstáculos isolados (árvores, edifícios) com separações entre si de, pelo menos, 20 vezes a sua altura).

- Valor básico da velocidade do vento,  $v_{b,0}$ :

A norma portuguesa NP EN 1991-1-4:2010 faz a distinção entre duas zonas distintas relativamente à ação do vento, ou seja, o território português é dividido em Zona A (a generalidade do território, exceto as regiões pertencentes à zona B) e Zona B (os arquipélagos dos Açores e Madeira e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5 km de largura ou a altitudes superiores a 600 m). Os valores de  $v_{b,0}$  considerados para as duas zonas do País são  $v_{b,0} = 27$  m/s, para Zona A e  $v_{b,0} = 30$  m/s, para Zona B, respetivamente.

- Altura acima do solo,  $z$ :

A norma EN 40-3-1:2013 define o parâmetro  $z$ , como a altura acima do solo, em m.

- Área projetada da luminária,  $A_l$ :

A norma EN 40-3-1:2013 define  $A_l$  como a área projetada da luminária, em  $m^2$ , no plano vertical normal à direção do vento.

**Quadro 1**  
**Braços de IP**

Referência EDP do braço	Código SAP (EDP)	Projeção horizontal do braço, $W$ [mm]	Ângulo de dobragem do tubo, $\alpha$ [graus]	Diâmetro exterior do braço, $D$ [mm]	Figura	Observações
4542P85	336995	450	85	42.4	1	c/patilhas de fixação
7542P85	336869	750	85	42.4		
7542P75	275218	750	75	42.4		
12542P75	275219	1250	75	42.4		
454285	336996	450	85	42.4	2	s/patilhas de fixação
754285	336870	750	85	42.4		
754275	275221	750	75	42.4		
1254275	275222	1250	75	42.4		
756075	275223	750	75	60.3		
1256075	275224	1250	75	60.3		

Os quadros seguintes (quadro 2 e quadro 3) indicam o campo de aplicação dos braços de IP de acordo com os parâmetros considerados devido à ação do vento. O quadro 2 refere-se aos braços de IP com diâmetro exterior igual a 42.4 mm e o quadro 3 refere-se aos braços de IP com diâmetro exterior igual a 60.3 mm, sendo:

- Zona A: a generalidade do território, exceto as regiões pertencentes à zona B;
- Zona B: os arquipélagos dos Açores e Madeira e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5 km de largura ou a altitudes superiores a 600 m;
- Categoria de terreno I: zona costeira exposta aos ventos do mar;
- Categoria de terreno II: zonas de vegetação rasteira, tal como erva, e obstáculos isolados (árvores, edifícios) com separações entre si de, pelo menos, 20 vezes a sua altura;
- $A_l$  : área projetada da luminária, em  $m^2$ ;
- $z$  : altura acima do solo, em m.

**Nota:** Para fixação dos braços de aço tubulares de IP em postes de madeira e de betão, devem ser utilizadas 2 abraçadeiras com espigão roscado, para fixação dos braços de diâmetro exterior igual a 42.4 mm (FT 010 – MAT FIX do documento normativo DFT-C60-010) e de diâmetro exterior igual a 60.3 mm (FT 011 – MAT FIX do documento normativo DFT-C60-010).

**Quadro 2**

Campo de aplicação dos braços de aço tubulares de IP com diâmetro exterior igual a 42.4 mm.

Zona (Ação do vento)			A		B	
Categoria de terreno			I	II	I	II
Referência EDP do braço	4542P85	$A_I \leq 0.1 \text{ m}^2$	z ≤ 25 m			
		$A_I \leq 0.15 \text{ m}^2$	z ≤ 12 m	z ≤ 25 m	—	z ≤ 12 m
	7542P85 7542P75	$A_I \leq 0.05 \text{ m}^2$	z ≤ 25 m			
		$A_I \leq 0.1 \text{ m}^2$	z ≤ 12 m	z ≤ 25 m	—	z ≤ 12 m
	12542P75	$A_I \leq 0.05 \text{ m}^2$	z ≤ 12 m	z ≤ 25 m	—	z ≤ 12 m
	454285	$A_I \leq 0.2 \text{ m}^2$	z ≤ 25 m			
	754285 754275	$A_I \leq 0.15 \text{ m}^2$	z ≤ 25 m			
		$A_I \leq 0.2 \text{ m}^2$	z ≤ 25 m		z ≤ 12 m	z ≤ 25 m
1254275	$A_I \leq 0.05 \text{ m}^2$	z ≤ 12 m	z ≤ 25 m	z ≤ 12 m		

**Quadro 3**

Campo de aplicação dos braços de aço tubulares de IP com diâmetro exterior igual a 60.3 mm.

Zona (Ação do vento)			A		B	
Categoria de terreno			I	II	I	II
Referência EDP do braço	756075 1256075	$A_I \leq 0.2 \text{ m}^2$	z ≤ 25 m			

### 3 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Para efeitos do presente documento são aplicáveis as seguintes normas e documentos de referência:

#### 3.1 Normas europeias

NP 525	1988	Produtos zincados. Determinação da massa por unidade de superfície e da espessura média do revestimento.
NP 526	1988	Produtos zincados. Verificação da aderência do revestimento.
NP 527	1988	Produtos zincados. Verificação da uniformidade do revestimento.
NP EN ISO 1460	1997	Revestimentos metálicos. Revestimentos zincados por imersão a quente sobre materiais ferrosos. Determinação gravimétrica de massa por unidade de superfície (ISO 1460:1992).
NP EN 1991-1-4	2010	Eurocódigo 1 – Acções em estruturas – Parte 1-4 : Acções gerais. Acções do vento.
NP EN 1993-1-8	2010	Eurocódigo 3 – Projecto de estruturas de aço – Parte 1-8 : Projecto de ligações.
EN 40-3-1	2013	Lighting columns - Part 3-1 : Design and verification – Specification for characteristic loads.
EN 40-3-3	2013	Lighting columns - Part 3-3 : Design and verification - Verification by calculation.
EN 1011-1	2009	Welding - Recommendations for welding of metallic materials - Part 1: General guidance for arc welding.
EN 1011-2	2001	Soldadura; Recomendações para a soldadura de materiais metálicos; Parte 2: Soldadura por arco de aços ferríticos.
EN 1011- 2:2001/A1	2003	Soldadura; Recomendações para a soldadura de materiais metálicos; Parte 2: Soldadura por arco de aços ferríticos.
EN ISO 1461	2009	Revestimentos de zinco por imersão a quente sobre produtos acabados de ferro e aço; Especificações e métodos de ensaio (ISO 1461:2009).
EN ISO 1463	2004	Revestimentos metálicos e de óxidos; Medição da espessura do revestimento; Método do corte micrográfico (ISO 1463:2003).
EN ISO 2178	2016	Non-magnetic coatings on magnetic substrates - Measurement of coating thickness - Magnetic method (ISO 2178:2016).
EN ISO 3452-1	2013	Non-destructive testing - Penetrant testing - Part 1: General principles (ISO 3452-1:2013, Corrected version 2014-05-01).
EN ISO 3834-1	2005	Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 1: Criteria for the selection of the appropriate level of quality requirements (ISO 3834-1:2005).
EN ISO 3834-2	2005	Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 2: Comprehensive quality requirements (ISO 3834-2:2005).
EN ISO 3834-3	2005	Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 3: Standard quality requirements (ISO 3834-3:2005).
EN ISO 3834-4	2005	Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 4: Elementary quality requirements (ISO 3834-4:2005).
EN ISO 3834-5	2015	Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 5: Documents with which it is necessary to conform to claim conformity to the

		quality requirements of ISO 3834-2, ISO 3834-3 or ISO 3834-4 (ISO 3834-5:2015).
EN ISO 5817	2014	Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) - Quality levels for imperfections (ISO 5817:2014).
EN ISO 6520-1	2007	Soldadura e processos afins; Classificação das imperfeições geométricas em materiais metálicos; Parte 1: Soldadura por fusão (ISO 6520-1:2007).
EN ISO 6892-1	2016	Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature (ISO 6892-1:2016).
EN ISO 9606-1	2013	Ensaio de qualificação de soldadores; Soldadura por fusão; Parte 1: Aços (ISO 9606-1:2012 including Cor 1:2012).
EN 10025-2	2004	Produtos laminados a quente de aços de construção; Parte 2: Condições técnicas de fornecimento para aços de construção não ligados.
EN 10025-2:2004/AC	2005	Produtos laminados a quente de aços de construção; Parte 2; condições técnicas de fornecimento para aços de construção não ligados.
EN ISO 15607	2003	Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos; Regras gerais. (ISO 15607:2003).
EN ISO 15609-1	2004	Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos; Especificação do procedimento de soldadura; Parte 1: Soldadura por arco (ISO 15609-1:2004).
EN ISO 15609-2	2001	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 2: Gas welding (ISO 15609-2:2001).
EN ISO 15609-2:2001/A1	2003	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 2: Gas welding (ISO 15609-2:2003).
EN ISO 15609-3	2004	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedures specification - Part 3: Electron beam welding (ISO 15609-3:2004).
EN ISO 15609-4	2009	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 4: Laser beam welding (ISO 15609-4:2009).
EN ISO 15609-5	2011	Especificação e Qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos; Especificação do procedimento de soldadura; Parte 5: Soldadura por resistência (ISO 15609-5:2011, Corrected version 2011-12-01).
EN ISO 15609-6	2013	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 6: Laser-arc hybrid welding (ISO 15609-6:2013).
EN ISO 15610	2003	Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos; Qualificação baseada em consumíveis de soldadura ensaiados. (ISO 15610:2003).
EN ISO 15613	2004	Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos; Qualificação baseada numa prova de pré-produção (ISO 15613:2004).
EN ISO 15614-1	2004	Especificação e qualificação de procedimentos de soldadura para materiais metálicos; Prova de procedimentos de soldadura; Parte 1: Soldadura por arco e gás de aços e soldadura por arco de níqueis e suas ligas (ISO 15614-1:2004).
EN ISO 15614-1:2004/A1	2008	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure test - Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys - Amendment 1 (ISO 15614-1:2004/Amd 1:2008).
EN ISO 15614-1:2004/A2	2012	Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure test - Part 1: Arc and gas welding of steels and arc welding of nickel and nickel alloys - Amendment 2 (ISO 15614-1:2004/Amd 2:2012).

---

EN ISO 17637	2016	Non-destructive testing of welds - Visual testing of fusion-welded joints (ISO 17637:2016).
EN ISO 17638	2016	Non-destructive testing of welds - Magnetic particle testing (ISO 17638:2016).
EN ISO 17639	2013	Ensaio destrutivo de soldaduras de materiais metálicos; Ensaio macrográfico e micrográfico de soldaduras (ISO 17639:2003).

### 3.2 Normas internacionais

ISO 752	2004	Zinc ingots.
ISO 752:2004/Cor.1	2006	Zinc ingots.
ISO 4017	2014	Fasteners - Hexagon head screws - Product grades A and B.
ISO 4032	2012	Hexagon regular nuts (style 1) - Product grades A and B.
ISO 4200	1991	Plain end steel tubes, welded and seamless - General tables of dimensions and masses per unit length.
ISO 5252	1991	Steel tubes -Tolerance systems.
ISO 7089	2000	Plain washers - Normal series-Product grade A.
ISO 8601	2004	Data elements and interchange format – Information interchange – Representation of dates and times.
ISO/TR 25901-1	2016	Welding and allied processes - Vocabulary - Part 1: General terms.
ISO/TR 25901-3	2016	Welding and allied processes - Vocabulary - Part 3: Welding processes.
ISO/TR 25901-4	2016	Welding and allied processes - Vocabulary - Part 4: Arc welding.

## 4 CARACTERÍSTICAS DOS BRAÇOS

### 4.1 Dimensões

No quadro 4 indicam-se as dimensões dos braços normalizados, sendo:

$L$  - Comprimento total do tubo antes da dobragem, em mm;

$D$  - Diâmetro exterior do tubo, em mm (ver figuras 1 e 2);

$T$  - Espessura mínima admissível da parede do tubo, em mm;

$\alpha$  - Ângulo de dobragem do tubo, em graus (ver figuras 1 e 2);

$R$  - Raio interior de dobragem do tubo, em mm (ver figuras 1 e 2);

$V$  - Comprimento do troço reto do braço do lado da fixação, em mm (ver figuras 1 e 2: igual a 450 mm para todos os braços);

$w$  - Projeção horizontal do braço, em mm (ver figuras 1 e 2).

**Quadro 4**  
**Dimensões dos braços de IP**

Referência EDP do braço	Figura	$L$ [mm]	$D$ [mm]	$T$ [mm]	$\alpha$ [°]	$R$ [mm]	$V$ [mm]	$w^{(*)}$ [mm]
4542P85	1	1200	42.4	2.6	85	300	450	450
7542P85	1	1500	42.4	2.6	85	300	450	750
7542P75	1	1500	42.4	2.6	75	300	450	750
12542P75	1	2000	42.4	2.6	75	300	450	1250
454285	2	1200	42.4	2.6	85	300	450	450
754285	2	1500	42.4	2.6	85	300	450	750
754275	2	1500	42.4	2.6	75	300	450	750
1254275	2	2000	42.4	2.6	75	300	450	1250
756075	2	1500	60.3	2.9	75	375	450	750
1256075	2	2000	60.3	2.9	75	375	450	1250

(\*) A cota da projeção horizontal do braço,  $w$ , é dada a título indicativo (ver figuras 1 e 2).

(\*\*) Comprimento reservado para fixação da luminária (cota de 100 mm indicada apenas nas figuras 1 e 2).

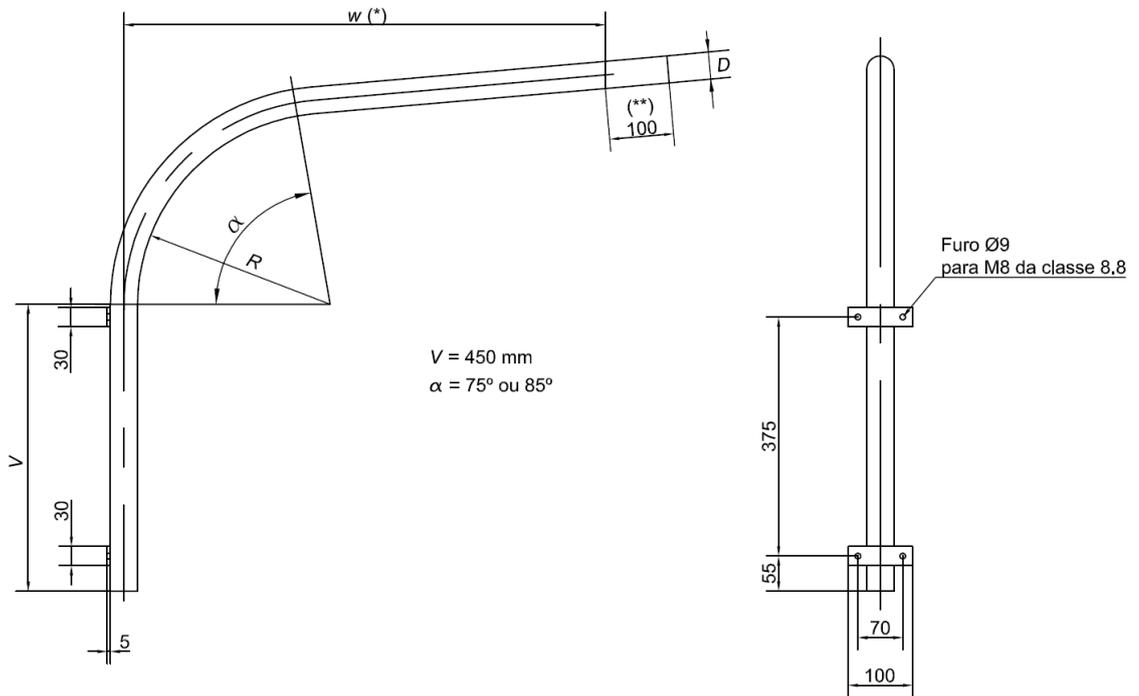


Figura 1 – Braço de IP com patilhas de fixação.

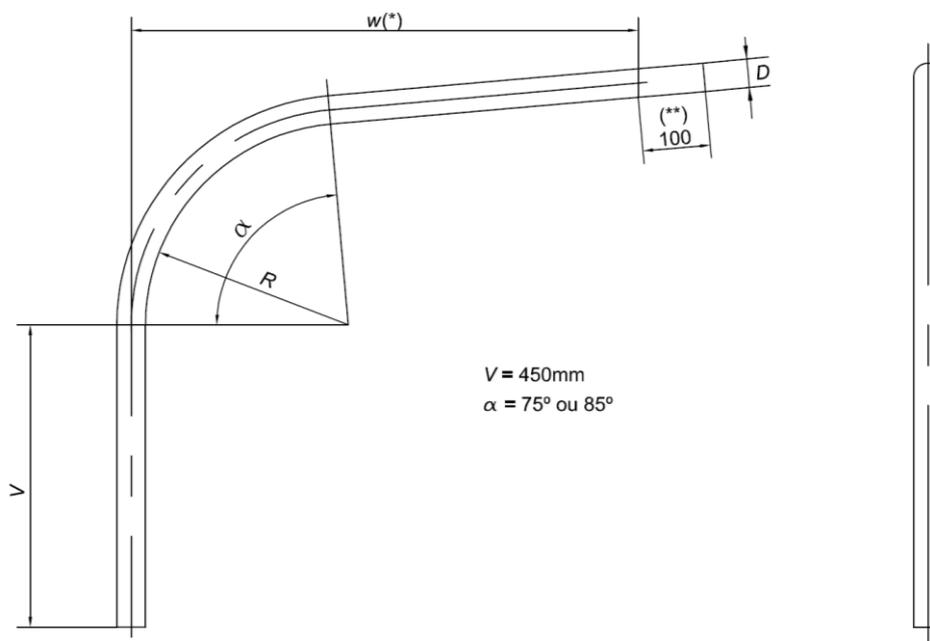


Figura 2 – Braço de IP sem patilhas de fixação.

## 4.2 Materiais

### 4.2.1 Elementos estruturais

No fabrico dos braços devem ser utilizados tubos de secção reta circular, de aço S 235 JR segundo a norma EN 10025-2:2004, ou equivalente, com ou sem costura, para usos gerais, segundo a norma ISO 4200:1991, com as superfícies internas e externas isentas de rebarbas, asperezas ou defeitos semelhantes.

Os lingotes de zinco utilizados na galvanização devem pertencer à classe ZN-5 (teor mínimo de Zn igual a 98.5), segundo a norma ISO 752:2004.

### 4.2.2 Elementos de ligação (parafusos, porcas e anilhas)

#### 4.2.2.1 Parafusos

Os parafusos das ligações de fixação devem ser de cabeça sextavada, totalmente roscados, em aço classe 8.8 zincado, de acordo com a norma ISO 4017:2014.

#### 4.2.2.2 Porcas

As porcas das ligações de fixação devem ser de cabeça sextavada, em aço classe 8.8 zincado, de acordo com a norma ISO 4032:2014.

#### 4.2.2.3 Anilhas

As anilhas devem ser planas, em aço 140 HV zincado, de acordo com a norma ISO 7089:2000.

## 4.3 Proteção da superfície

Os braços devem ser protegidos por um revestimento de zinco obtido por imersão a quente (galvanização). Uma vez galvanizados, os braços não devem sofrer qualquer tratamento, repassagem mecânica, corte ou soldadura.

As características que devem servir de critério para estabelecer a qualidade do revestimento são:

- aspeto superficial;
- aderência;
- continuidade e uniformidade;
- massa de zinco por unidade de superfície.

### 4.3.1 Aspeto superficial do revestimento

O revestimento de superfície deve apresentar um aspeto liso, uniforme, sem manchas, sem escorridos de zinco e sem aderência de escórias.

### 4.3.2 Aderência do revestimento

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

### 4.3.3 Continuidade e uniformidade do revestimento

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

Podem ser aceites ligeiras deficiências da galvanização. A superfície máxima aceitável para qualquer falha do revestimento é de 7 mm<sup>2</sup>, mas a superfície total não recoberta não deve ultrapassar 0.02 % da superfície total do braço.

#### 4.3.4 Massa por unidade de superfície e espessura do revestimento

A massa de zinco depositada por unidade de superfície, interna ou externa, e a espessura da camada de zinco, interna ou externa, devem respeitar os valores indicados no quadro 5.

**Quadro 5**  
**Espessuras e massas equivalentes do revestimento (\*)**

Valores mínimos		Valores médios	
Espessura μm	Massa equivalente g/m <sup>2</sup>	Espessura μm	Massa equivalente g/m <sup>2</sup>
63	450	70	500
(*) De acordo com a norma ISO 1461:2009, as espessuras e massas de revestimento de zinco são para amostras não centrifugadas e para espessuras de aço ≥ 1.5 mm e ≤ 3 mm: - Espessura local (mínima): 45 μm; - Massa local (mínima): 325 g/m <sup>2</sup> ; - Espessura média (mínima): 55 μm; - Massa média (mínima): 395 g/m <sup>2</sup> .			

A verificação desta característica deve ser efetuada de acordo com a secção 7.1.13, para os ensaios de tipo, e de acordo com a secção 7.2.6, para os ensaios de série.

#### 4.4 Tolerâncias

As dimensões dos braços indicadas no quadro 4, com patilhas e sem patilhas, devem respeitar as tolerâncias seguintes:

- comprimentos  $L$ ,  $R$  e  $V$ :  $\pm 5$  mm;
- ângulo  $\alpha$ :  $\pm 1^\circ$ ;
- diâmetro exterior do tubo (antes da galvanização): classe de tolerância D0 ( $\pm 2\%$  com  $\pm 1$  mm mín.), segundo a norma ISO 5252:1991;
- espessura do tubo: classe de tolerância T2 ( $\pm 12.5\%$  com  $\pm 0.4$  mm mín.), segundo a norma ISO 5252:1991;
- ovalização máxima da secção exterior do tubo na zona dobrada ( $D_{\text{máx}}/D_{\text{mín}}$ ): compreendida entre 1 e 1.1.

As dimensões dos braços com patilhas devem respeitar, ainda, as tolerâncias seguintes:

- distância entre patilhas: 375 mm  $\pm 1$  mm;
- distância entre furos da mesma patilha: 70 mm  $\pm 1$  mm;
- furos das patilhas: 9 mm + 1 mm - 0.5 mm.

### 5 SOLDADURA

Os soldadores e os procedimentos de soldadura devem ser certificados em conformidade com as normas aplicáveis.

Os cordões de soldadura devem ser inspecionados visualmente e com recurso a métodos que permitam a deteção de fissuras na superfície, porosidade, penetração incompleta, inclusão de materiais não metálicos e fusão

incompleta das paredes laterais. Os métodos de inspeção incluem inspeções visuais, ensaios não destrutivos com recurso a líquidos penetrantes, conforme a norma EN ISO 3452-1:2013 ou com recurso a partículas magnéticas de acordo com a norma EN ISO 17638:2016, ou ensaios destrutivos macro e microscópicos de acordo com a norma EN ISO 17639:2013.

A qualidade dos cordões de soldadura deve corresponder aos limites para as imperfeições para níveis de qualidade definidas pela norma EN ISO 5817:2014. A conformidade da qualidade dos cordões de soldadura é determinada de acordo com o resultado dos métodos de inspeção utilizados. A não verificação dos requisitos previstos pelas normas pode implicar uma alteração do procedimento de soldadura.

Nos braços de IP com patilhas de fixação, os cordões de soldadura devem ser executados em todo o perímetro de contacto entre a patilha e o tubo. As espessuras mínimas admissíveis para os cordões de soldadura são as seguintes:

- topo e base: 3.5 mm;
- laterais: 8 mm.

## 6 MARCAÇÃO

Os braços devem ser marcados, de forma indelével e bem legível, pelo menos com as seguintes indicações:

- nome ou marca do fabricante;
- referência EDP (exemplo: 7542P75);
- ano e semana do fabrico, de acordo com a norma ISO 8601:2004 em representação da data na forma básica YYYYWww (exemplo: 2017W30 para a 30ª semana de 2017).

## 7 ENSAIOS

### 7.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo devem ser realizados sobre as amostras seguintes:

- AMOSTRA 1 - amostra constituída por três tubos, destinados à fabricação dos três braços da AMOSTRA 3 (1 tubo para cada braço).
- AMOSTRA 2 - amostra constituída por três provetes, extraídos dos tubos da AMOSTRA 1 (proвете de cada tubo; provete definido na norma EN ISO 6892-1:2016).
- AMOSTRA 3 - amostra constituída por três braços acabados, fabricados a partir dos três tubos da AMOSTRA 1.
- AMOSTRA 4 - amostra constituída por três provetes, extraídos dos braços acabados da AMOSTRA 3 (1 provete de 200 mm de comprimento de cada braço: ver figura 3).
- AMOSTRA 5 - amostra constituída por três conjuntos de três provetes, extraídos dos braços acabados da AMOSTRA 3 (3 provetes de 50 mm de comprimento de cada braço: ver figura 3).

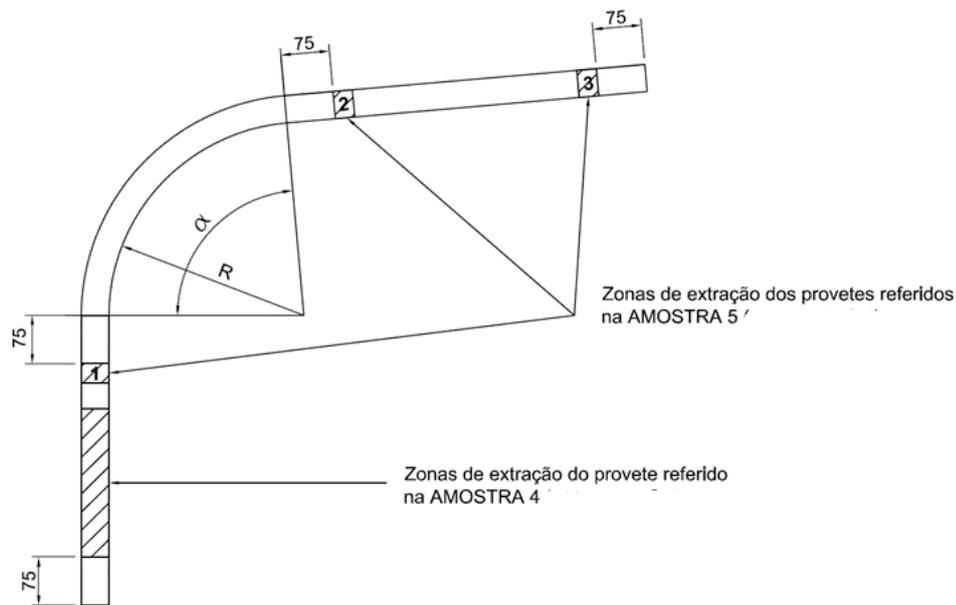


Figura 3 – Zonas de extração dos provetes.

Os ensaios de tipo são os seguintes:

- 7.1.1 Verificação, por inspeção visual, da não existência de rebarbas, asperezas ou defeitos semelhantes, nas faces interna e externa de cada tubo da AMOSTRA 1.
- 7.1.2 Verificação, com instrumentos adequados, das dimensões de cada tubo da AMOSTRA 1.
- 7.1.3 Verificação, por inspeção visual, da qualidade da costura de cada tubo da AMOSTRA 1 (apenas em tubos soldados).
- 7.1.4 Verificação das características mecânicas de cada tubo da AMOSTRA 1, determinadas em ensaio de tração do provete da AMOSTRA 2 respetivo, segundo a norma EN ISO 6892-1:2016.
- 7.1.5 Verificação, por inspeção visual, da marcação de cada braço acabado da AMOSTRA 3.
- 7.1.6 Verificação, com instrumentos adequados, das dimensões de cada braço acabado da AMOSTRA 3.
- 7.1.7 Verificação, por inspeção visual, da não existência de rebarbas, asperezas ou defeitos semelhantes nas faces interna e externa de cada braço acabado da AMOSTRA 3.
- 7.1.8 Verificação, por inspeção visual, da não existência de escorridos de zinco nas faces interna e externa de cada braço acabado da AMOSTRA 3.
- 7.1.9 Verificação da conformidade das características dos cordões de soldadura das patilhas de cada braço acabado da AMOSTRA 3 com o plano do fabricante (apenas em braços com patilhas de fixação).
- 7.1.10 Verificação por inspeção visual, do aspeto superficial do revestimento de cada braço acabado da AMOSTRA 3.
- 7.1.11 Verificação da aderência do revestimento de superfície de cada braço acabado da AMOSTRA 3, segundo a norma NP 526:1988.

7.1.12 Verificação da uniformidade do revestimento de superfície da face externa de cada braço acabado da AMOSTRA 3, determinada em ensaio de imersão do provete da AMOSTRA 4 respetivo, segundo a norma NP 527:1988.

7.1.13 Verificação das massas mínima e média do revestimento de superfície das faces interna e externa de cada braço acabado da AMOSTRA 3, por unidade de superfície, determinadas em ensaio de dissolução dos revestimentos de superfície dos provetes da AMOSTRA 5 respetivos, segundo a norma NP 525:1988.

Ter-se-á para cada braço:

- $m_{01}$  – 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 interna do provete 1;
- $m_{12}$  – massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície interna do provete 2;
- $m_{13}$  – massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície interna do provete 3;
- $m_{21}$  – massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície externa do provete 1;
- $m_{22}$  – massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície externa do provete 2;
- $m_{23}$  – massa, expressa em gramas, após a dissolução do revestimento da superfície externa do provete 3;
- $A_{i1}$  – área, expressa em metros quadrados, da superfície interna do provete 1, calculada tomando-se para valor do diâmetro a média aritmética dos valores obtidos para o diâmetro interno;
- $A_{i2}$  – área, expressa em metros quadrados, da superfície interna do provete 2, calculada tomando-se para valor do diâmetro a média aritmética dos valores obtidos para o diâmetro interno;
- $A_{i3}$  – área, expressa em metros quadrados, da superfície interna do provete 3, calculada tomando-se para valor do diâmetro a média aritmética dos valores obtidos para o diâmetro interno;
- $A_{e1}$  – área, expressa em metros quadrados, da superfície externa do provete 1, calculada tomando-se para valor do diâmetro a média aritmética dos valores obtidos para o diâmetro externo;
- $A_{e2}$  – área, expressa em metros quadrados, da superfície externa do provete 2, calculada tomando-se para valor do diâmetro a média aritmética dos valores obtidos para o diâmetro externo;
- $A_{e3}$  – área, expressa em metros quadrados, da superfície externa do provete 3, calculada tomando-se para valor do diâmetro a média aritmética dos valores obtidos para o diâmetro externo;
- massa mínima do revestimento de zinco por unidade de superfície interna: o menor dos três valores seguintes:

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

- massa mínima do revestimento de zinco por unidade de superfície externa: o menor dos três valores seguintes:

$$\frac{m_{11} - m_{21}}{A_{e1}} \quad \frac{m_{12} - m_{22}}{A_{e2}} \quad \frac{m_{13} - m_{23}}{A_{e3}}$$

— massa média do revestimento de zinco por unidade de superfície interna:

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

— massa média do revestimento de zinco por unidade de superfície externa:

$$\frac{1}{3} \left( \frac{m_{11} - m_{21}}{A_{e1}} + \frac{m_{12} - m_{22}}{A_{e2}} + \frac{m_{13} - m_{23}}{A_{e3}} \right)$$

Os resultados obtidos devem ser conformes com o especificado na secção 4.3.4.

## 7.2 Ensaios de série

Os ensaios de série devem ser realizados sobre braços acabados.

Os ensaios de série são os seguintes:

- 7.2.1 Verificação, por inspeção visual, da não existência de rebarbas, asperezas ou defeitos semelhantes, nas faces internas e externas dos braços.
- 7.2.2 Verificação, por inspeção visual, das marcações dos braços.
- 7.2.3 Verificação, com instrumentos adequados, das dimensões dos braços.
- 7.2.4 Verificação, por inspeção visual, dos cordões de soldadura das patilhas dos braços: observação de fissuras, porosidade, descontinuidades superficiais ou corrosão.
- 7.2.5 Verificação, por inspeção visual, do aspeto superficial do revestimento de superfície dos braços: observação da uniformidade e continuidade do revestimento; da não existência de marcas superficiais e áreas sem revestimento.
- 7.2.6 Verificação da espessura média do revestimento de superfície dos braços por um processo eletromagnético (pelo menos 10 leituras, distribuídas aleatoriamente sobre a face exterior de cada braço).

## 7.3 Ensaios de receção

Quando o controlo de qualidade for realizado por meio de inspeções de receção, os respetivos ensaios são os indicados na secção 7.2 como ensaios de série.

O número de braços a ensaiar deve variar de acordo com o efetivo do lote apresentado à receção, conforme o indicado no quadro 6.

**Quadro 6**  
**Planos de amostragem dupla**

Dimensão do lote	1ª Amostragem		2ª Amostragem	
	Dimensão da amostra	Número de defeitos encontrados	Dimensão da amostra	Número de defeitos encontrados
$n \leq 1200$	3	0 - Ac 1 - Ra	8	0 - Ac $\geq 1$ - Rj
$1\ 200 < n \leq 10\ 000$	6	$\geq 2$ - Rj	15	
$n > 10\ 000$	O lote deve ser dividido no número mínimo de lotes parciais, de efetivos compreendidos entre 1 201 e 10 000			
<i>Ac - Aceitação do lote.</i> <i>Ra - Realização de ensaios sobre a 2.ª amostragem.</i> <i>Rj - Rejeição do lote.</i>				

#### 7.4 Ensaios de identidade ao tipo

Sempre que a EDP Distribuição julgue necessário haverá lugar à repetição de ensaios de tipo. O conjunto de ensaios de identidade ao tipo a realizar deve ser constituído por todos ou parte dos ensaios de tipo especificados na secção 7.1.

### 8 EMBALAGEM

Os elementos estruturais devem ser acondicionados por camadas horizontais em *palletes* e devidamente cintados, garantindo-se a não deterioração da sua estrutura ou do seu revestimento durante o manuseio em fábrica e transporte. Os pesos máximos do conjunto serão fixados tendo em conta os comprimentos dos braços, de forma a facilitar a sua movimentação e transporte.

Os parafusos, porcas e anilhas devem ser expedidos em embalagens de fácil manuseamento (pequenos bidões de plástico com asa ou qualquer outro tipo a aprovar pela EDP Distribuição), não retornáveis e etiquetados com a indicação do seu conteúdo, quantidade, tipo de peças, nome do fabricante, nº de encomenda ou nº de pedido de compra.