

MATERIAL PARA LINHAS AÉREAS

Conectores de cunha

Características e ensaios

Elaboração: DNT

Homologação: Dezembro 2006

Edição: 2ª – substitui a edição de OUT 2006

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@edis.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

1	OBJECTO E CAMPO DE APLICAÇÃO	3
2	NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	3
2.1	Documentos EDP	3
2.2	Normas EN	3
2.3	Normas NF C	3
2.4	Normas NP EN	3
3	TERMOS E DEFINIÇÕES.....	4
4	SIMBOLOS E ABREVIATURAS.....	4
5	CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS.....	4
5.1	Dimensões e tolerâncias	5
5.1.1	Cabos de Alumínio-aço	5
5.1.2	Cabos de Cobre	5
5.1.3	Cabos de liga de Alumínio	6
5.2	Natureza(s) dos condutores a ligar.....	6
5.2.1	Ligações Alumínio-aço ou liga de Alumínio/ Alumínio-aço ou liga de Alumínio (Al/Al).....	6
5.2.2	Ligações Alumínio-aço ou liga de Alumínio/Cobre (Al/Cu).....	6
5.2.3	Ligações Cobre/Cobre (Cu/Cu)	7
6	MARCAÇÃO	8
7	ENSAIOS DE TIPO.....	8
7.1	Controlo visual	8
7.2	Controlo dimensional e verificação dos materiais	8
7.3	Ensaio de tracção	9
7.4	Ensaio de ciclos térmicos	9
7.5	Ensaio de resistência à corrosão	9
7.5.1	Princípio do ensaio.....	9
7.5.2	Aparelhagem de ensaio	9
7.5.3	Amostras.....	10
7.5.4	Modalidades do ensaio.....	10
7.5.5	Justificação do ensaio de corrosão.....	10
7.5.6	Exemplo de reacção específica para obter SO ₂	10
7.6	Número de conectores a submeter a cada um dos ensaios de tipo	10
8	ENSAIOS DE SÉRIE	11
9	VERIFICAÇÃO DA IDENTIDADE AO TIPO	11
10	EMBALAGEM	11

1 OBJECTO E CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento destina-se a indicar as características que devem possuir e os ensaios a que devem satisfazer os conectores de cunha de dois diferentes tipos: conectores de cunha cabo-cabo e conectores de cunha com estribo – a utilizar em linhas aéreas.

Nota: onde se refere conectores de cunha, quer-se dizer conectores de cunha cabo-cabo e conectores de cunha com estribo.

2 NORMAS E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

O presente documento inclui disposições de outros documentos, referenciados nos locais apropriados do seu texto, que 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.

2.1 Documentos EDP

Norma	Edição	Título
DMA-C34-110/E	1987	Condutores nus para linhas aéreas – Cabos de cobre – Características, ensaios e condições para verificação da qualidade
DMA-C34-120/N	2001	Condutores nus para linhas aéreas – Cabos de alumínio com alma de aço – Características e ensaios
DMA-C34-125/N	2004	Condutores nus para linhas aéreas – Cabos de liga de alumínio – Características e ensaios.

2.2 Normas EN

Norma	Edição	Título
EN 61284	1997	Overhead lines – Requirements and tests for fittings

2.3 Normas NF C

Norma	Edição	Título
NF C 33-003	1996	Matériels de réseaux aériens en conducteurs nus ou isolés - Essai de corrosion

2.4 Normas NP EN

Norma	Edição	Título
NP EN 28601	1996	Elementos das datas e formatos de intercâmbio – Intercâmbio da informação – Representação das datas e dos tempos

3 TERMOS E DEFINIÇÕES

Para efeitos do presente documento, para além dos termos a seguir apresentados, que são uma tradução livre das normas referidas, são aplicáveis os termos e definições constantes das normas indicadas na secção 2.

3.1

Ensaio de tipo

Ensaio realizado sobre um pequeno número de produtos, representativos de uma produção industrial, com o objectivo de verificar a conformidade com a especificação técnica, de um certo número de características supostamente independentes das variações previsíveis de uma produção industrial continuada, sem alteração das condições de produção (nomeadamente matérias primas, métodos e processo tecnológicos).

3.2

Ensaio de série

Ensaio realizado durante um ciclo de realização do produto, em qualquer das suas fases, tanto na forma de ensaios individuais como na de ensaios sobre amostras, com o objectivo de verificar a conformidade com a especificação técnica respectiva, das características do produto supostas dependentes das variações de uma produção industrial continuada.

4 SIMBOLOS E ABREVIATURAS

No presente documento são usados os seguintes símbolos e abreviaturas:

DMA	Documento normativo da EDP Distribuição (Materiais e Aparelhagem - Características e/ou Ensaio);
EN	Norma europeia;
NP EN	Versão portuguesa de norma europeia;
NF C	Norma francesa;
AWG	American Wire Gauge.

5 CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

O conector de cunha cabo-cabo permite realizar a ligação eléctrica, com arcos condutores postiços, entre, nomeadamente, um condutor principal e um condutor derivado.

O conector de cunha cabo-cabo (ver figura 1) é constituído por dois componentes:

- Peça em forma de "C", onde são colocados os condutores a ligar
- Cunha, que realiza a ligação

O conector de cunha com estribo permite realizar a ligação eléctrica, com arcos condutores postiços, entre, nomeadamente, um condutor principal e um condutor derivado, por meio de um conector a aplicar no estribo.

O conector de cunha com estribo (ver figura 2) é constituído por três componentes:

- Peça em forma de "C", onde são colocados os condutores a ligar
- Cunha, que realiza a ligação
- Estribo, aplicado na parte inferior da peça em forma de "C", onde são aplicados os conectores que realizam a ligação

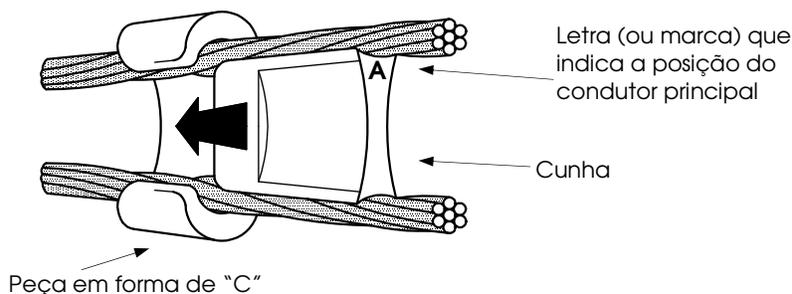


fig. 1- Conector de cunha cabo-cabo

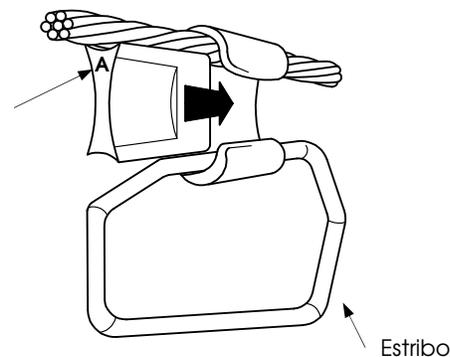


fig. 2 - Conector de cunha com estribo

A respectiva aplicação é efectuada por meio de uma ferramenta específica, composta por um corpo metálico, em que é inserido um impulsor que, depois de percutido por um martelo, empurra a cunha para a posição de fechado

Cada fabricante possui as suas próprias ferramentas e impulsores.

Na superfície exterior da peça em forma de "C", encontra-se aplicada uma zona colorida (habitualmente, azul, vermelha ou amarela); o impulsor adequado para realizar a ligação deverá ser da mesma cor.

A aplicação de um conector de cunha, em tensão, pelo método "à distância", requer ainda um conjunto de equipamentos específicos.

O aperto normal dos conectores sobre o condutor não deve ferir este, mesmo após um uso prolongado.

O conector é um dispositivo que deve ter um uso prolongado. Para esse efeito, deve ser garantida a protecção contra a corrosão.

5.1 Dimensões e tolerâncias

As dimensões serão indicadas pelo fabricante no Processo de Identificação.

As tolerâncias aplicadas às dimensões devem assegurar que os conectores de cunha cabo-cabo e de cunha com estribo respeitam as exigências mecânicas e eléctricas especificadas no presente documento.

5.1.1 Cabos de Alumínio-aço

Os conectores objecto deste documento devem ser concebidos para os cabos de Alumínio-aço, especificados de acordo com o DMA-C34-120, com as seguintes secções nominais: 30, 50, 90, 130, 160, 235 e 325 mm².

5.1.2 Cabos de Cobre

Os conectores devem ser concebidos para os cabos de Cobre, especificados de acordo com o DMA-C34-110, com as seguintes secções nominais: 16, 25, 35, 50, 70, 95 e 185 mm².

5.1.3 Cabos de liga de Alumínio

Os conectores devem ser concebidos para os cabos de liga de Alumínio, especificados de acordo com o DMA-C34-125, com as seguintes secções nominais: 54,6, 117, 148 e 288 mm².

5.2 Natureza(s) dos condutores a ligar

5.2.1 Conectores de cunha cabo-cabo

5.2.1.1 Ligações Alumínio-aço ou liga de Alumínio/ Alumínio-aço ou liga de Alumínio (Al/Al)

Os conectores de cunha cabo-cabo devem ser concebidos para efectuar as ligações entre condutores de linhas aéreas de Alumínio-aço e de liga de Alumínio definidas no Quadro 1.

Quadro 1 - Ligações Al/Al

		DERIVADO											
		Al-aço (mm ²)							Liga Al (mm ²)				
		30	50	90	130	160	235	325	54,6	117	148	288	
P R I N C I P A L	Al-aço (mm²)	30	X										
		50	X	X						X			
		90	X	X	X					X			
		130				X							
		160	X	X	X		X						
		235		X	X		X	X					
	325		X	X		X	X	X					
	Liga Al (mm²)	54,6	X	X						X			
		117	X	X	X					X	X		
		148	X	X	X		X			X	X	X	
288			X	X		X	X	X		X	X	X	

5.2.1.2 Ligações Alumínio-aço ou liga de Alumínio/Cobre (Al/Cu)

Os conectores de cunha cabo-cabo devem ser concebidos para efectuar as ligações entre condutores de linhas aéreas de Al-Aço/ligas de Al e as de Cu definidas no Quadro 2.

Quadro 2 - Ligações Al/Cu

		DERIVADO					
		Cu (mm ²)					
		16	25	50	70	95	185
PRINCIPAL	Al-Aço (mm²)	30	X				
		50	X	X			

		90	X	X	X			
		160		X	X	X	X	
		325						X
	Liga Al (mm ²)	54,6	X	X				
		117	X	X	X			
		148		X	X		X	

5.2.1.3 Ligações Cobre/Cobre (Cu/Cu)

Os conectores de cunha cabo-cabo devem ser concebidos para efectuar as ligações entre condutores de linhas aéreas de Cobre definidas no Quadro 3.

Quadro 3 - Ligações Cu/Cu

		DERIVADO					
		Cu (mm ²)					
		16	25	50	70	95	185
PRINCIPAL	Cu (mm ²)	16	X				
		25	X	X			
		50	X	X	X		
		70				X	
		95	X	X	X		X
		185					

5.2.2 Conectores de cunha com estribo

Os estribos destes conectores devem ser de fio de cobre electrolítico, estanhado, e estar dimensionados de tal modo que sejam compatíveis, em termos eléctricos e mecânicos, com os conectores a aplicar nos referidos estribos.

5.2.2.1 Os conectores de cunha com estribo objecto deste documento devem ser concebidos para aplicação nos condutores para linhas aéreas de Alumínio-aço especificados de acordo com o DMA-C34-120, com as seguintes secções nominais: 30, 50, 90, 160, 235 e 325 mm². Os estribos deverão ter as secções indicadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Estribos para condutores de Alumínio-aço

Condutor	Estribo	
Secção	Secção	
(mm ²)	(AWG)	(mm ²)
30	2	33,6
50	2	33,6
90	2/0	67,4
160	4/0	107,2

235	4/0	107,2
325	4/0	107,2

5.2.2.2 Os conectores de cunha com estribo devem ser concebidos para aplicação nos condutores para linhas aéreas de liga de Alumínio especificados de acordo com o DMA-C34-125, com as seguintes secções nominais: 54,6, 117, 148 e 288 mm². Os estribos deverão ter as secções indicadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Estribos para condutores de liga de Alumínio

Condutor	Estribo	
	Secção	
(mm ²)	(AWG)	(mm ²)
54,6	2	33,6
117	2/0	67,4
148	4/0	107,2
288	4/0	107,2

6 MARCAÇÃO

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

- Nome ou marca do fabricante;
- Designação comercial (de catálogo) do respectivo modelo;
- Secções – mínima e máxima – dos condutores principal e derivado, em mm²;
- Letra inscrita na cunha a referenciar o lado de aplicação do condutor principal;
- Referência do impulsor adequado ao conector;
- Referência de rastreabilidade;
- Ano e semana de fabrico de acordo com a norma NP EN 28601, em representação truncada na forma YYWww (por exemplo: 01W08, para a 8ª semana de 2001).

7 ENSAIOS DE TIPO

7.1 Controlo visual

O ensaio de controlo visual deve ser realizado de acordo com a cláusula 7 da Norma EN 61284.

Sobre cada conector ensaiado, verifica-se:

- o estado de acabamento;
- a conformidade da marcação com o estipulado em 6.

7.2 Controlo dimensional e verificação dos materiais

O ensaio de controlo dimensional e de verificação dos materiais deve ser realizado de acordo com o disposto na cláusula 8 da Norma EN 61284.

Sobre cada conector ensaiado, verifica-se a conformidade das dimensões e dos materiais com as indicadas no Processo de Identificação.

7.3 Ensaio de tracção

O ensaio de tracção dos conectores de cunha cabo-cabo é realizado sobre o condutor derivado e deve respeitar o estabelecido na cláusula 11.6.1 da EN 61284, assim como com o disposto na alínea a) da cláusula 11.5.1 da mesma Norma.

O ensaio de tracção dos conectores de cunha com estribo é realizado sobre o condutor principal e deve respeitar o estabelecido na cláusula 11.6.1 da EN 61284, assim como com o disposto na alínea a) da cláusula 11.5.1 da mesma Norma.

As cargas de rotura nominais (RTS) dos cabos nus para linhas aéreas referidos na cláusula 5.2 do presente documento estão definidas nos DMA-C34-110, para os cabos de Cobre, DMA-C34-120, para os cabos de Alumínio-aço e DMA-C34-125, para os cabos de liga de Alumínio.

Deve ser considerado $M = 20\%$ RTS, sendo RTS a força de rotura nominal de um cabo nu para linhas aéreas.

Deve ser considerado $T = 1$ h.

Deve ser considerado $SMFL = 0.95 \times RTS$, sendo SMFL a força de rotura mínima especificada do conector.

O conector deve suportar os esforços abaixo indicados sem rotura do condutor na vizinhança do conector, nem rachadelas, nem deslizamentos do próprio conector.

7.4 Ensaio de ciclos térmicos

O ensaio de ciclos térmicos deve ser realizado de acordo com a cláusula 13 da Norma EN 61284.

Segundo a classificação para ensaios definida na cláusula 13.2.3 da referida Norma, os conectores de cunha ou os conectores de cunha com estribo devem ser da classe B.

7.5 Ensaio de resistência à corrosão

O ensaio de resistência à corrosão é realizado de acordo com a metodologia descrita nas secções 7.5.1 a 7.5.6.

No fim, os conectores são lavados cuidadosamente com água desmineralizada e sujeitos à verificação da marcação, que deve estar conforme com o estabelecido na secção 6.

7.5.1 Princípio do ensaio

O ensaio consiste em expor as amostras sucessivamente a:

- nevoeiro salino neutro (concentração de NaCl: 5%);
- atmosfera saturada de humidade e rica em dióxido de enxofre (concentração inicial de SO_2 : 667 p.p.m. em volume).

7.5.2 Aparelhagem de ensaio

O ensaio é realizado em duas câmaras separadas.

Admite-se a sua realização só numa câmara, mas, em caso de litígio, o método de referência é com duas câmaras.

7.5.2.1 Aparelhagem para o ensaio de nevoeiro salino

O aparelho de exposição é constituído pela câmara de ensaio e por pulverizadores.

7.5.2.2 Aparelhagem para o ensaio em atmosfera de SO₂ saturada de humidade

O aparelho de exposição é constituído essencialmente por um recipiente hermético com atmosfera húmida em presença de dióxido de enxofre, na qual se encontram as amostras e os seus suportes.

7.5.3 Amostras

A amostra a submeter a ensaio é de acordo com o especificado nas secções do texto principal correspondentes ao material em causa.

7.5.4 Modalidades do ensaio

O conjunto do ensaio compreende três períodos iguais de 14 dias cada um.

Cada período de 14 dias é a soma de duas sequências semanais:

- 7 dias de exposição em atmosfera de nevoeiro salino;
- 7 ciclos de 24 horas, cada ciclo sendo constituído por 8 horas de exposição em atmosfera saturada de humidade e rica em SO₂, e 16 horas de exposição à atmosfera do laboratório por abertura da porta da câmara de ensaio.

Entre as duas sequências, não se deve proceder a nenhuma limpeza.

No fim dos 14 dias, lavam-se as amostras com água da torneira, durante 5 a 10 minutos, e em seguida com água desmineralizada ou destilada, durante o mesmo tempo.

A temperatura da água, nas duas lavagens, não deve ser superior a 35°C.

7.5.4.1 Exposição em atmosfera de nevoeiro salino

A concentração da solução deve ser de (5±1)% em massa e a temperatura da câmara deve ser mantida a (35 ± 2)°C.

7.5.4.2 Exposição em atmosfera sulfurosa saturada de humidade

Após o fecho do aparelho, introduz-se 0,2 l de SO₂ (concentração de 0,067% em volume), quer a partir duma botija, quer provocando uma reacção no interior do aparelho.

Cada ciclo de 24 horas comporta um período de aquecimento de 8 horas, durante o qual a temperatura é levada a (40 ± 3) °C em atmosfera saturada de humidade, e um período de repouso de 16 horas à temperatura ambiente (com a porta do aparelho aberta), seguida da renovação da atmosfera (água e SO₂).

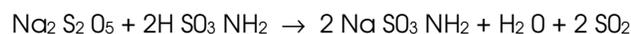
7.5.5 Justificação do ensaio de resistência à corrosão

Os materiais das redes aéreas são submetidos a atmosferas naturais, mais ou menos húmidas e corrosivas. Os dois principais agentes responsáveis pela corrosividade da atmosfera são:

- o ião cloreto, que se encontra principalmente na atmosfera marítima;
- o dióxido de enxofre, que aparece em especial na atmosfera industrial;
- por vezes, os dois ao mesmo tempo, em atmosfera simultaneamente marítima e industrial.

7.5.6 Exemplo de reacção específica para obter SO₂

A partir do pirossulfito de sódio, tratando-o com o ácido sulfâmico.



Para se obter 1 litro de SO₂ nas condições normais (t = 0°C e p = 101,3 kPa), são precisos 4,24g de pirossulfito de sódio e 4,33g de ácido sulfâmico.

7.6 Número de conectores a submeter a cada um dos ensaios de tipo

Os dois primeiros ensaios, de controlo visual e dimensional, e de tracção, incidem sobre três conectores de cada modelo.

Os ensaios seguintes, de ciclos térmicos e de corrosão, são realizados sobre quatro conectores de cada modelo.

8 ENSAIOS DE SÉRIE

Os ensaios de série a realizar aos conectores de cunha pelo fabricante devem ser realizados de acordo na cláusula 6.3 da EN 61284, e devem ser os seguintes:

- controlo visual;
- controlo dimensional e verificação dos materiais.

9 VERIFICAÇÃO DA IDENTIDADE AO TIPO

A EDP Distribuição poderá exigir a realização, no todo ou em parte, de ensaios de identidade ao tipo, sempre que se verifiquem certas condições que motivem dúvidas relativamente às características dos materiais.

Tais condições são, nomeadamente, a alteração das composições das matérias-primas, mudanças no controlo dos processos de fabrico, a ocorrência de não conformidades a uma taxa acima da que vinha sendo habitual e comportamento anormal em serviço.

10 EMBALAGEM

Os conectores de cunha serão embalados individualmente, acondicionados em caixas de cartão, de madeira ou de plástico paletizadas.

Cada caixa conterà no máximo 40 conectores de cada tipo (cor).

Cada caixa de cartuchos deverá conter, no máximo, 40 unidades de cada tipo (cor).

Em cada caixa devem figurar Instruções de Montagem em língua portuguesa, em número tal que corresponda, pelo menos, a uma instrução por cada dez conectores.

Na parte exterior da caixa devem figurar as seguintes indicações bem visíveis:

- nome ou marca do fabricante;
- tipo do conector;
- referência de rastreabilidade;
- número de unidades embaladas.

ANEXO 1

INFORMAÇÃO RELATIVA AOS CONECTORES DE CUNHA CABO-CABO E CONECTORES DE CUNHA COM ESTRIBO

Candidato:
Responsável pelo preenchimento:
Cargo ocupado:
Contacto telefónico:
e-mail:

Referências EDP dos conectores	
Fornecedor	
Fabricante / Nacionalidade do fabricante	/
Marca comercial	

1. CONECTORES DE CUNHA CABO-CABO

LIGAÇÕES ALUMÍNIO-AÇO/ALUMÍNIO-AÇO			
CONDUTORES		Referência do conector	Referência do cartucho
PRINCIPAL	DERIVADO		
Secção(mm ²)	Secção(mm ²)		
30	30		
50	30		
50	50		
90	30		
90	50		
90	90		
130	130		

160	30		
160	50		
160	90		
160	160		
235	50		
235	90		
235	160		
235	235		
325	50		
325	90		
325	160		
325	235		
325	325		

LIGAÇÕES ALUMÍNIO-AÇO/LIGA DE ALUMÍNIO

CONDUTORES		Referência do conector	Referência do cartucho
PRINCIPAL	DERIVADO		
Secção(mm2)	Secção(mm2)		
50	54.6		
90	54.6		

LIGAÇÕES ALUMÍNIO-AÇO/COBRE

CONDUTORES		Referência do conector	Referência do cartucho
PRINCIPAL	DERIVADO		
Secção(mm2)	Secção(mm2)		
30	16		
50	16		
50	25		
90	16		
90	25		
90	50		

160	25		
160	50		
160	70		
160	95		
325	185		

LIGAÇÕES LIGA DE ALUMÍNIO/ LIGA DE ALUMÍNIO			
CONDUTORES		Referência do conector	Referência do cartucho
PRINCIPAL	DERIVADO		
Secção(mm2)	Secção(mm2)		
54.6	54.6		
117	54.6		
117	117		
148	54.6		
148	117		
148	148		
288	117		
288	148		
288	288		

LIGAÇÕES LIGA DE ALUMÍNIO/ALUMÍNIO-AÇO			
CONDUTORES		Referência do conector	Referência do cartucho
PRINCIPAL	DERIVADO		
Secção(mm2)	Secção(mm2)		
54.6	30		
54.6	50		
117	30		
117	50		
117	90		

148	30		
148	50		
148	90		
148	160		
288	50		
288	90		
288	160		
288	235		
288	325		

LIGAÇÕES LIGA DE ALUMÍNIO/COBRE			
CONDUTORES		Referência do conector	Referência do cartucho
PRINCIPAL	DERIVADO		
Secção(mm2)	Secção(mm2)		
54.6	16		
54.6	25		
117	16		
117	25		
117	50		
148	25		
148	50		
148	95		

LIGAÇÕES COBRE/COBRE			
CONDUTORES		Referência do conector	Referência do cartucho
PRINCIPAL	DERIVADO		
Secção(mm2)	Secção(mm2)		
16	16		
25	16		
25	25		
50	16		

50	25		
50	50		
70	70		
95	16		
95	25		
95	50		
95	95		
185	185		

Referência do conector de cunha cabo-cabo	
Laboratório	
Ensaio de tipo	Conformidade
Controlo visual	
Controlo dimensional e verificação dos materiais	
Ensaio de tracção	
Ensaio de ciclos térmicos	
Ensaio de resistência à corrosão	

2. CONECTORES DE CUNHA COM ESTRIBO

CONECTORES DE CUNHA COM ESTRIBO PARA CONDUTORES NUS DE ALUMÍNIO-AÇO		
CONDUTOR	Referência do estribo	Referência do cartucho
Secção(mm ²)		
30		
50		
90		
160		

235		
325		

CONECTORES DE CUNHA COM ESTRIBO PARA CONDUTORES NUS DE LIGA DE ALUMÍNIO

CONDUTOR	Referência do estribo	Referência do cartucho
Secção(mm ²)		
54,6		
117		
148		
288		

Referência do conector de cunha com estribo	
Laboratório	
Ensaios de tipo	Conformidade
Controlo visual	
Controlo dimensional e verificação dos materiais	
Ensaio de tracção	
Ensaio de ciclos térmicos	
Ensaio de resistência à corrosão	