	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

Sumário

1.	OBJETIVO	1
2.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO	1
3.	DEFINIÇÕES	1
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	1
5.	RESPONSABILIDADES.....	2
6.	REGRAS BÁSICAS	2
7.	CONTROLE DE REGISTROS	14
8.	ANEXOS.....	15
9.	REGISTRO DE ALTERAÇÕES.....	23

1. OBJETIVO

Esta especificação técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis para o fornecimento de conectores de cobre que ligam condutores de cobre a condutores de cobre ou alumínio ou a equipamentos elétricos em sistemas de potência. Não se aplica a conexões exotérmicas, conectores pré-formados, conectores tipo cunha e conectores elétricos isolados para linhas aéreas de distribuição.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

2.2 Área

Engenharia, Operações de Campo, Obras e Manutenção, Suprimentos e Gestão de Ativos.


3. DEFINIÇÕES

Serão adotadas as definições e terminologias estabelecidas pelas normas e organizações mencionadas no item 4 desta Especificação.

4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- ABNT NBR 5370 Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
- ABNT NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento
- ABNT NBR 6394 Materiais metálicos – Determinação da dureza Brinell – Método de ensaio
- ABNT NBR 7261 Elementos de fixação roscados – Tolerâncias dimensionais, de forma, posição e rugosidade para graus de produtos A, B e C – Padronização.
- ABNT NBR 8094 Material metálico revestido e não revestido – Corrosão por exposição a névoa salina – Método de ensaio

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	011/08/2022	1 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

- ABNT NBR 8852 Porcas sextavadas – Grau de produto C – Dimensões – Padronização
- ABNT NBR 8855 Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros
- ABNT NBR 9326 Conectores para cabos de potência Ensaio de ciclos térmicos e curtos-circuitos – Método de ensaio
- ABNT NBR 9527 Rosca métrica ISO – Procedimento
- ABNT NBR 10107 Parafuso com cabeça sextavada e rosca total – Grau de produto C – Dimensões e tolerâncias – Padronização
- ABNT NBR 11208 Parafuso de cabeça abaulada e pescoço quadrado – Grau de produto B – Padronização
- ANSI/NEMA CC1 Electric power connectors for substations
- ANSI/NEMA CC3 Connectors for use between aluminum or aluminum-copper
- ASTM E 53 Chemical analyses by electrolytic determination
- ASTM E 62 Chemical analyses by photometric methods
- ASTM B 98 Standard specification for copper silicon alloy rod, bar and shapes
- ASTM B 99 Standard specification for copper silicon alloy wire for general purposes
- ASTM B 103 Standard specification for phosphor bronze plate, sheet, strip and rolled bar
- ASTM B 342 Standard test method for electrical conductivity by use of eddy currents
- ASTM B 545 Specification for electrodeposited coating of tin

5. RESPONSABILIDADES

A área de Engenharia de Normas e Padrões das distribuidoras do Grupo CPFL é a responsável pela publicação deste documento.

6. REGRAS BÁSICAS

6.1 Características Gerais


Os conectores de cobre deverão ser projetados e fabricados, conforme sua classe de tensão, para instalação em sistemas de potência com tensão máxima de operação de acordo com a tabela abaixo.

Classe de tensão	Tensão máxima de operação
138 kV	145 kV
69 kV	72,5 kV
34,5 kV	36,2 kV

Os parafusos, porcas e arruelas necessárias à fixação dos conectores nos terminais dos equipamentos deverão ser de fornecidas pelo fabricante.

Nos desenhos apresentados no anexo 2, são indicados, basicamente, as formas e dimensões dos conectores, devendo o fabricante complementar os dados pertinentes.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	2 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

Ligas distintas das especificadas nos itens a seguir poderão ser consideradas, desde que sejam fornecidos dados suficientes pelo fabricante, com indicações das normas respectivas, com todos os detalhes da composição química, para permitir à CPFL uma perfeita avaliação da alternativa proposta.

6.2 Condições de Utilização

Todos os conectores deverão ser projetados para uso externo, nas seguintes condições ambientais:

- Altitude em relação ao nível do mar, máxima: 1000 m
- Temperatura máxima: 40 °C
- Temperatura mínima: -5 °C
- Temperatura média, período de 24 horas: 35 °C
- Umidade relativa do ar: maior que 80%
- Velocidade do vento: 130 km/h
- Pressão do vento: máximo 700 Pa - 71,4 kgf/m²
- Grau de poluição: não inferior ao nível médio de poluição IEC 60815

6.3 Materiais

Os conectores devem ser fabricados com materiais de primeira qualidade de procedência idônea, a fim de suportarem as condições elétricas, mecânicas e químicas (corrosão) a que são submetidos em uso nos sistemas de potência. É expressamente vedado o emprego de latão e de componentes ferrosos na fabricação destes conectores.

É vedada a utilização de aço, ainda que zincado por imersão a quente, por eletrólise, por metalização, etc., na fabricação de elementos de fixação dos conectores, tais como: parafusos, grampos em formato "U", arruelas, chapas de travamento, pinos e contra pinos, cupilhas, etc.

Os conectores a serem utilizados em ligações bimetálicas entre condutores de cobre e alumínio devem ser sempre inteiramente estanhados, conforme ASTM B 545.

Os conectores do tipo parafuso fendido deverão ser confeccionados em liga de cobre, apresentando alto teor deste (superior a 85%), baixo teor de zinco (inferior a 6%) e condutividade elétrica mínima 30% IACS a 20°C. Os conectores devem ser estanhados conforme ASTM B 545.


Para os demais conectores abrangidos nesta especificação técnica deve ser utilizado cobre eletrolítico e suas ligas, obedecendo as condições descritas no documento.

Para elemento fundido, com função primordialmente elétrica, deve ser utilizada uma liga com teor mínimo de 90% de cobre e com teor máximo de zinco de 5%, permitindo condução elétrica termicamente compatível com as conexões realizadas e resistência mecânica suficiente para o posicionamento dos condutores envolvidos na conexão. As características exigidas para esta liga são:

- Limite mínimo de resistência à tração – 200 MPa;
- Limite mínimo de escoamento – 90 MPa;
- Alongamento máximo (c.p. 50 mm) – 38% IACS;
- Condutividade elétrica mínima a 20° C – 27% IACS.

Para elemento extrudado, com função primordialmente elétrica, deve ser utilizado cobre eletrolítico ou cobre fosforado, com características de acordo com a Tabela 1 ou 2 do Anexo 1, respectivamente, podendo sua superfície interna, nos conectores de compressão, ser revestida

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	3 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

de partículas de liga de cobre-berílio ou outro tipo de material de dureza e condutibilidade elétrica equivalente.

Nota: Esta aplicação de partículas de liga de cobre-berílio ou equivalente destina-se a romper película de óxido que recobre a superfície de contato, resultando numa redução da resistência elétrica da película e aumentando o coeficiente de atrito entre condutor e conector.

Para elemento fundido de alta solicitação mecânica e baixa condutividade elétrica deve ser utilizado um bronze-alumínio com teor deste metal variando de 5% a 11% e com teor máximo de zinco de 5%, com as seguintes características:

- Limite mínimo de resistência à tração – 300 MPa;
- Limite mínimo de escoamento – 170 MPa;
- Alongamento máximo (c.p. 50 mm) – 25% IACS;
- Condutividade elétrica mínima a 20° C – 10% IACS.

Para elemento fundido de mediana solicitação mecânica e mediana condutividade elétrica deve ser utilizado bronze com teor máximo de zinco de 6% com as seguintes características:

- Limite mínimo de resistência à tração – 210 MPa;
- Limite mínimo de escoamento – 130 MPa;
- Alongamento máximo (c.p. 50 mm) – 15% IACS;
- Condutividade elétrica mínima a 20° C – 14% IACS.

Para elemento flexível de conectores de expansão deve ser utilizada cordoalha chata de cobre eletrolítico estanhada ou chapas delgadas e flexíveis justapostas de cobre eletrolítico ou cobre fosforado, conforme Tabela 1 ou 2 do Anexo 1.

Para elemento usinado ou com material semiacabado laminado e trefilado, redondo ou sextavado, para confecção dos elementos de fixação, tais como, porcas, parafusos, grampos “U”, entre outros, deve ser utilizado bronze-silício, conforme especificação ASTM B 98, liga B ou ASTM B 99, liga B, com as seguintes características:

- Limite mínimo de resistência à tração – 480 MPa;
- Limite mínimo de escoamento – 210 MPa;
- Alongamento máximo (c.p. 50 mm) – 12% IACS.

Para os elementos de fixação constituídos por arruelas de pressão, arruelas de travamento, contra pinos, cupilhas, etc., também pode ser usado bronze fosforoso, conforme especificação ASTM B 103.


O fabricante pode utilizar outros materiais que não os indicados acima, desde que estes atendam aos requisitos e características físicas exigidos e os conectores finais fabricados com materiais que resistam aos ensaios de tipo indicados em 6.10.1.

As percentagens de cobre e de outros elementos principais de liga, tais como zinco, alumínio, silício, fósforo, entre outros utilizados nos materiais dos conectores, devem estar de acordo com o descrito acima.

6.4 Fabricação

O conector deve ter superfície lisa, ser isento de trincas, inclusões, rebarbas etc. As bordas dos conectores devem apresentar bom aspecto no que diz respeito ao acabamento geral. Devem ter superfícies lisas não apresentando trincas, riscos, lascas, furos, porosidade, rachas ou falhas, quaisquer que sejam sua natureza e origem. Devem ser isentos de inclusões, bem como de arestas vivas, partes pontiagudas e rebarbas provenientes de usinagem imperfeita, que

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	4 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

possam danificar os condutores nas canaletas ou embocaduras destes acessórios. Estas precauções são extensivas também aos parafusos, grampos “U”, porcas e arruelas, que sendo necessários devem ter suas extremidades embutidas em baixo-relevo, a fim de atender às exigências relativas aos níveis de rádio interferência e corona visual.

Nos conectores que utilizam parafusos, devem apresentar características de reaproveitamento/reutilização. Todas as providências no que diz respeito ao projeto, matéria-prima, acabamento, entre outras, devem ser tomadas no sentido de que nenhum dano ou avaria ocorra no conector quando este for retirado de uma instalação, onde já funcione, para posterior aplicação em outra instalação.

Os conectores à compressão, quando instalados, devem apresentar máxima hermeticidade possível à infiltração d'água.

O dimensionamento, massa e forma dos conectores devem ser tais que atendam para todos os efeitos de seu emprego aos requisitos elétricos, mecânicos e de resistência à corrosão. Suas partes e componentes devem apresentar mobilidade adequada, onde prevista.

Os conectores devem ser isentos de reentrância e saliências que facilitem, quando instalados e com o decorrer do tempo, a acumulação e aderência de pó, sujeira e umidade.

No projeto de parte dos conectores que tenham finalidade elétrica devem ser evitadas ao máximo as seções reduzidas que caracterizam um estrangulamento à passagem de corrente elétrica. Nesse sentido, os caminhos à passagem da corrente elétrica devem ser os mais curtos e diretos possíveis.

Os conectores de cobre previstos para serem utilizados em ligações bimetálicas entre condutores de cobre e alumínio devem ser estanhados por imersão em estanho fundido ou por processo eletrolítico. A espessura mínima da camada de estanho deve ser de 8µm para qualquer amostra e de 12µm para a média das amostras.

Os parafusos e porcas devem ter rosca métrica e estar conforme com as Normas NBR 8855, ABNT NBR 9527, ABNT NBR 10107, ABNT NBR 8852, ABNT NBR 11208 e ABNT NBR 7261.

Os arranjos, número e dimensões dos parafusos devem seguir as recomendações da ANSI/NEMA CC- 1.

O corpo da haste do parafuso deve ter seção circular, não se admitindo diferenças em duas medições do diâmetro feitas a 90° uma da outra numa mesma seção conforme especificado na ABNT NBR 7261. As cabeças dos parafusos padronizados, constantes da Tabela 3 do Anexo 1, devem ser forjadas ou estampadas. Os parafusos não padronizados, quando necessários, podem ter cabeças usinadas (torneadas).


A menos que a montagem do conector exija o contrário, o excesso da parte rosqueada do parafuso, quando devidamente apertado em relação à porca, deve estar compreendido entre os comprimentos equivalentes a meia altura da porca e a altura completa.

A porca deve poder ser ajustada manualmente no parafuso até uma distância igual à metade de sua altura e deve alcançar facilmente sua posição final no parafuso pela utilização de chave adequada.

O afrouxamento dos parafusos devido às vibrações deve ser evitado por meios adequados que garantam a sua imobilidade. Nesse sentido, atenção especial deve ser dada às arruelas de pressão, contra pinos, chapas e arruelas de travamento, ou outro tipo qualquer adequado de dispositivo com esse fim.

As arruelas de pressão ou outro qualquer dispositivo elástico que funcione como elemento de fixação devem apresentar adequada resistência à fadiga e alta resiliência.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	5 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

As roscas de parafusos padronizados tipo MS, M10, M12, M14 e M16 devem ser do tipo laminadas (estampadas). Os parafusos não padronizados de diâmetros maiores que os acima citados podem ter rosca cortada (torneada).

6.5 Identificação

Os conectores devem ser identificados de modo legível e indelével através das seguintes indicações mínimas:

- Nome ou marca comercial do fabricante e código de catálogo;
- Bitola em mm² e/ou AWG/MCM do maior e do menor condutor a que se aplica;

Os conectores à compressão devem além da identificação citada acima, apresentar indicações do índice da matriz aplicável e do número de compressões, com indicações das partes a serem comprimidas.

Os conectores de parafusos devem indicar o torque do aperto em daN.m ou N.m para montagem (conforme Tabela 3 do Anexo 1), a ser aplicado nos parafusos, através de marcação no corpo do conector ou, preferencialmente, na cabeça dos parafusos. Em específico para o conector tipo parafuso fendido, o referido torque deve ser verificado no Desenho 4.A.

6.6 Características mecânicas

Os conectores devem suportar, sem escorregamento do condutor ou ruptura do conector no trecho da conexão, os seguintes esforços mecânicos:

- conectores de tração total - 95% do limite de resistência a tração do condutor de menor resistência da conexão sob ensaio;
- conectores de tração parcial - 40% do limite de resistência à tração do condutor de menor resistência da conexão sob ensaio;
- conectores de tração mínima - 5% da resistência nominal do mais fraco dos condutores emendados ou 900N, sendo considerado sempre o valor maior para conectores que alojam condutores dos quais o menor seja >10mm², ou 450N se o menor dos condutores for ≤10mm².

Os conectores que sustentam barramentos de tubo devem suportar sem ruptura, deformação permanente ou ocorrência de trincas, a aplicação dos esforços horizontais e verticais decorrentes de cargas estáticas e das cargas dinâmicas de curto-circuitos, a serem fixados pelo comprador.

Os conectores a parafuso devem suportar, sem ruptura ou deformação permanente, a aplicação dos torques de instalação de seus parafusos (indicados na Tabela 3 do Anexo 1 ou, Desenho 4.A para conectores tipo parafuso fendido), acrescidos de mais 20% destes valores. Após a aplicação dos torques e desmontado o conector, a porca deve deslizar manualmente ao longo do parafuso sem apresentar problemas.


6.7 Condutividade elétrica da liga metálica

A condutividade elétrica da liga metálica da parte condutora passante do conector deve ser aquela constante em 6.3.

6.8 Resistência elétrica e aquecimento

A resistência elétrica do conectar deva ser no máximo igual a resistência elétrica do condutor a que se aplica.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	6 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

A máxima elevação de temperatura de qualquer ponto do conector não deve exceder à máxima do condutor.

6.9 Dureza em conectores de compressão

O valor de dureza deve atender ao que especifica o item 6.3 ou às recomendações do fabricante para cada um de seus projetos.

6.10 Ensaios

Os conectores, seus componentes e a matéria-prima para sua fabricação deverão ser submetidos a todos os ensaios de tipo e de recebimento, indicados neste capítulo.

A CPFL reserva-se o direito de inspecionar os conectores e os materiais abrangidos por esta especificação, tanto no período de fabricação como no de ensaios finais e, também, na época do embarque. A inspeção deve incluir uma verificação geral e a execução dos ensaios de tipo e de recebimento.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios oficiais reconhecidos pela CPFL. Os ensaios de recebimento devem ser executados por ocasião do recebimento, nas instalações do fabricante.

De comum acordo com a CPFL, o fabricante pode substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento de relatório/certificado de ensaio executado em conector idêntico, com data não superior a 24 meses.

Fica assegurado ao inspetor da CPFL o direito de presenciar os ensaios, familiarizar-se detalhadamente com as instalações e equipamentos de ensaios, verificar e dirigir calibrações de aparelhos e instrumentos, conferir resultados e exigir a repetição de ensaios, se necessários e a seu critério. Fica ainda assegurado ao inspetor da CPFL o direito de assistir a quaisquer das fases de fabricação desses conectores.

Os conectores rejeitados nos ensaios de recebimento, mas pertencentes a lotes aceitos, devem ser substituídos por unidades novas e perfeitas, pelo fabricante, sem ônus para a CPFL.

Os custos envolvidos na realização dos ensaios de tipo e de recebimento são de inteira responsabilidade do fabricante.


A inspeção e ensaios deverão ser programados para dias úteis e durante o horário comercial, exceto para ensaios cuja realização se comprove ser necessária fora deste período. Casos excepcionais serão analisados e aprovados ou não pela CPFL.

As inspeções a serem executados durante a fabricação deverão ter a data de sua realização comunicada à CPFL com antecedência previamente acordada, em cumprimento ao Plano de Controle de Qualidade.

A inspeção e ensaios finais somente poderão ser realizados após a aprovação dos modelos dos relatórios de inspeção e ensaios. Caso contrário, a CPFL terá o direito de não aceitar os resultados obtidos, exigindo a repetição da inspeção ou ensaios pertinentes, sendo os resultados, então, transcritos nos modelos aprovados. Os atrasos decorrentes e os encargos pela repetição dessa inspeção ou ensaios serão de inteira responsabilidade do Fornecedor.

A CPFL deverá ser comunicada pelo Fornecedor, com pelo menos 10, dez, dias de antecedência, da data em que o conector estiver pronto para a inspeção final. Para tanto deverá ser enviada uma programação de inspeção contendo as datas de início de realização de todos os ensaios, indicando os locais de realização e a duração prevista de cada um deles.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	7 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

No caso de falha do conector em quaisquer dos ensaios a que for submetido, o Fornecedor, na presença do Inspetor CPFL, deverá verificar e determinar as causas da falha ou ocorrência, emitindo um relatório detalhado antes de proceder a qualquer modificação ou reparo. Esse relatório deverá conter:

- Tipo e causas do defeito ou falha.
- Correção a ser adotada.
- Referências do conector.
- Demais informações que forem julgadas necessárias.

No prazo máximo de 10, dez, dias o Fornecedor deverá enviar 03, três, vias desse relatório à CPFL, que analisará a amplitude do defeito, com base no disposto do item 6.10.6 desta Especificação, antes de determinar a sequência e os tipos de ensaios a serem requeridos em prosseguimento, sem quaisquer ônus à CPFL.

6.10.1 Ensaios de tipo

São ensaios de tipo os indicados a seguir:

- a) Verificação geral;
- b) Tração do conector;
- c) Torque dos parafusos;
- d) Tração com cunha nos parafusos;
- e) Efeito mecânico sobre o condutor tronco;
- f) Medição da condutividade da liga metálica;
- g) Aquecimento;
- h) Medição da resistência elétrica;
- i) Dureza em conectores de compressão;
- j) Espessura da camada de estanho, quando aplicável;
- k) Ciclos térmicos com curtos-circuitos;
- l) Tensão de rádio interferência e corona;
- m) Determinação dos teores de cobre e dos elementos principais de liga;
- n) Névoa salina.

6.10.2 Ensaios de recebimento


São ensaios de recebimento:

- a) Verificação geral;
- b) Tração do conector;
- c) Torque dos parafusos;
- d) Tração com cunha nos parafusos;
- e) Efeito mecânico sobre o condutor tronco;
- f) Medição da condutividade da liga metálica;
- g) Aquecimento;
- h) Medição da resistência elétrica;
- i) Dureza em conectores de compressão;
- j) Espessura da camada de estanho, quando aplicável.

6.10.3 Critérios de amostragem e aceitação

Devem ser seguidos nos ensaios de recebimento os critérios de amostragem e aceitação conforme indicado na ABNT NBR 5426.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	8 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

6.10.4 Relatórios de ensaios

O fornecedor deverá enviar à CPFL em 03 (três) vias, nos modelos previamente aprovados, 01, um, relatório de cada ensaio realizado. O prazo para o envio do relatório de ensaio será de no máximo 30, trinta, dias após a realização do ensaio.

Devem constar do relatório de ensaio as seguintes informações mínimas:

- Nome ou marca comercial do fabricante;
- Identificação do laboratório de ensaio;
- Quantidade de conectores do lote sob ensaio e a quantidade ensaiada;
- Identificação completa do conector ensaiado, conforme indicado em 6.5;
- Dimensões básicas e massa do conector, bem como, condutores utilizados nos ensaios;
- Relação e resultados dos ensaios executados;
- Certificado de calibração dos aparelhos utilizados nos ensaios, com data inferior a 24 meses;
- Número da ordem de compra;
- Data de início e de término de cada ensaio;
- Nomes legíveis e assinaturas do fabricante e do inspetor do comprador e data da emissão do relatório.

6.10.5 Procedimentos de ensaios

Com exceção de 6.10.5.7, os conectores de parafusos devem ser instalados com os torques dos parafusos indicados na Tabela 3 do Anexo 1, limitados estes torques ao valor de 2,5 daN.m. Os conectores de compressão devem ser instalados utilizando-se a matriz apropriada.

6.10.5.1 Verificação geral

Antes de serem efetuados os ensaios, o inspetor deve verificar o acabamento, os detalhes construtivos, o ajuste e deslizamento das porcas nos parafusos, dimensões, identificação e acondicionamento dos conectores.

6.10.5.2 Ciclo térmico com curtos-circuitos

Deve ser executado de acordo com a NBR 9326.


As duas séries de ciclos térmicos de envelhecimento e o conjunto intercalado de curto-circuitos devem ser aplicados numa sequência única sem intervalo de tempo entre si e serem definidos conforme abaixo:

- Primeira série de 200 ciclos térmicos de envelhecimento aplicada para qualquer conector;
- Conjunto de quatro curto-circuito aplicados a seguir, para qualquer conector;
- Segunda série final de 500 ciclos térmicos de envelhecimento.

A elevação de temperatura do condutor de referência em relação à temperatura ambiente em cada período de aquecimento das duas séries de ciclos térmicos de envelhecimento deve ser igual a $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ e ser mantida estabilizada nesse valor durante 15 min, pelo menos. O resfriamento subsequente pode ser obtido através de resfriamento natural ou ventilação forçada, com a finalidade de se reduzir a duração de cada ciclo e deve ser prolongado até que a temperatura do condutor de referência atinja no máximo 5°C acima da temperatura ambiente.

Os critérios de desempenho são os seguintes:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	9 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

- a) A resistência elétrica inicial de montagem da conexão deve ser no máximo igual a resistência elétrica do condutor de referência;
- b) Nos primeiros 200 ciclos de aquecimento, antes da aplicação do conjunto de curto-circuito, devem ser feitas leituras dos valores de resistência da conexão de 10 em 10 ciclos, não devendo nenhum destes valores superar em 5% o valor médio obtido destes valores. Os 20 primeiros ciclos devem ser utilizados para estabilizar a corrente de ensaio;
- c) Após a série de curtos-circuitos devem ser feitas leituras de resistência da conexão de 25 em 25 ciclos, não devendo nenhum dos valores medidos ultrapassar em 5% o valor médio obtido destes valores;
- d) Devem ser calculadas médias das 10 últimas leituras de resistência do primeiro e segundo conjuntos de medidas não devendo o segundo valor médio ultrapassar o primeiro valor médio em mais de 5%;
- e) A temperatura dos conectores não deve exceder a temperatura do condutor de referência no fim do período de aquecimento de cada ciclo;
- f) Nos primeiros 200 ciclos de aquecimento, antes da aplicação do conjunto de curto-circuito, devem ser feitas leituras dos valores de temperatura dos conectores de 10 em 10 ciclos e a variação máxima das sobre elevações das temperaturas na conexão em relação ao valor médio obtido destes valores deve ser de 5°C. A sobre elevação da temperatura deve ser considerada em relação à temperatura ambiente da sala de ensaio;
- g) Após a série de curto-circuito devem ser feitas leituras de temperatura dos conectores de 25 em 25 ciclos e a variação máxima das sobre elevações das temperaturas na conexão em relação ao valor médio obtido destes valores deve ser de 5°C;
- h) Devem ser calculadas as médias das 10 últimas sobre elevações de temperatura do primeiro e segundo conjunto de medidas, não devendo o segundo valor médio ultrapassar o primeiro valor médio em mais de 5°C.

Nota: Para conectores de massa muito reduzida podem surgir dificuldades na obtenção dos valores limites especificados nas alíneas e) e f) acima, devendo esses critérios de desempenho serem acordados entre comprador e fabricante, até a obtenção de dados experimentais significativos que permitam definir valores adequados.

Após o término do ensaio o conector deve ser aberto, e não deve apresentar sinais visíveis de aquecimento local ou partes fundidas ou danificadas.

6.10.5.3 Nevoa Salina

Os conectores devem ser ensaiados conforme ABNT NBR 8094. O tempo de exposição que deve suportar o conector no ensaio de névoa salina deve ser de 15 dias ou então ser este tempo objeto de acordo entre comprador e fabricante.


Os conectores, após a exposição à névoa salina, devem apresentar as seguintes condições:

- a) Resistir à repetição dos ensaios constantes de 6.10.5.6, 6.10.5.9 e 6.10.5.10;
- b) Estar isento de quaisquer pontos de corrosão profunda localizada em sua superfície e de manchas características distribuídas de corrosão visíveis a olho nu nas áreas de contato elétrico do conector. Esta verificação deve ser efetuada após a repetição dos ensaios da alínea a), desfazendo-se a conexão e abrindo o conector.

6.10.5.4 Radio interferência e corona

O ensaio deve ser executado conforme a ANSI/NEMA CC-1.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	011/08/2022	10 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

O comprador deve indicar a tensão máxima de operação do sistema em que deve ser utilizado o conector. O efeito corona só deve ser considerado em conectores destinados a sistemas com tensões acima de 100 kV para a terra. A tensão de extinção do efeito corona visual deve ser igual ou superior a 110% da tensão máxima de operação do sistema e o nível de tensão de rádio interferência deve ser no máximo 200µV nesta tensão.

6.10.5.5 Determinação dos teores de cobre e dos elementos principais de liga

Esta determinação deve ser feita de acordo com a ASTM E 53 ou ASTM E 62.

Nota: Na montagem das conexões necessárias à realização dos ensaios de tipo constantes de 6.10.5.2 a 6.10.5.5, devem ser tomadas as precauções citadas em 6.10.5, bem como, algumas outras mais constantes de 6.10.

6.10.5.6 Tração do conector

O ensaio deve ser executado usando-se cabos de têmpera dura, de maior e de menor resistência mecânica e de menor e maior seção nominal, respectivamente, para os quais foi projetado.

A tração mecânica deve ser aplicada gradualmente a uma velocidade das garras da máquina de tração de 15 a 20mm/min, por metro de distância entre as garras, após o que deve ser mantida por 1 min.

O comprimento livre do condutor entre o conectar e a garra da máquina de tração deve ser de, no mínimo, 100 vezes o diâmetro do condutor.

O valor de tração mecânica deve ser medido com uma precisão de 1% para conectores de tração total e de 5% para conectores de tração parcial e tração mínima.

6.10.5.7 Torque dos parafusos

O valor do torque aplicado deve ser medido com uma precisão de 5%.

Deve ser executado utilizando-se o condutor de menor e maior seção nominal para o qual foi projetado o conectar.

6.10.5.8 Tração com cunha nos parafusos

Este ensaio deve ser executado conforme ABNT NBR 8855.

6.10.5.9 Condutividade da liga metálica


A medição de condutividade elétrica da liga metálica da parte eletricamente ativa do conectar deve ser realizada de acordo com ASTM B-342.

6.10.5.10 Aquecimento

Para conectores que se aplicam a uma gama de seções de condutores, o ensaio deve ser executado com o conector fazendo a conexão dos condutores de maior ou menor capacidade de condução de corrente. Se o conector é aplicável a ligações de condutores de alumínio com alumínio e de alumínio com cobre, este deve ser ensaiado nas diversas combinações destas duas alternativas.

A distância entre o conector e a fonte de tensão ou outro conector deve ser no mínimo de 1000 mm ou 100 vezes o diâmetro do condutor, prevalecendo o maior valor. A extremidade do condutor, quando for o caso, deve sobressair 12 mm para além da borda da canaleta do contato do conector.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	11 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

O ensaio deve ser feito a temperatura ambiente, em local abrigado, livre de correntes de ar, aplicando-se gradualmente a corrente alternada do ensaio até se atingir o valor indicado na Tabela 5 do Anexo 1 que deve ser mantido até a estabilização da temperatura.

Deve ser medida a temperatura do ponto mais quente do conector e esta não pode exceder a temperatura do ponto mais quente do condutor que apresente maior elevação de temperatura, ponto este localizado a uma distância mínima do conector igual a 50 vezes o diâmetro do condutor e não inferior a 500 mm.

6.10.5.11 Resistência elétrica da conexão

Devem ser comparadas as resistências elétricas de uma parte contínua do condutor e de um conjunto de mesmo comprimento total formado por duas partes do mesmo condutor ligadas pelo conector sob ensaio, tendo cada um comprimento L igual ao valor indicado na Tabela 6 do Anexo 1 de acordo com a área de seção reta do condutor. Os condutores utilizados neste ensaio devem ser o de maior e o de menor seção admitidos pelo conector.

Deve ser utilizada corrente contínua de intensidade inferior a um vigésimo (1/20) da corrente utilizada para o aquecimento, conforme Tabela 5 do Anexo 1. A medição deve ser efetuada com as indicações dos instrumentos devidamente estabilizadas e estando as conexões e condutores à mesma temperatura do ambiente.

6.10.5.12 Efeito mecânico sobre o condutor tronco

O ensaio de efeito mecânico sobre o condutor tronco deve ser executado de acordo com a ANSI/NEMA CC3.

6.10.5.13 Espessura da camada de estanho

As medições da espessura da camada de estanho nos conectores bimetálicos devem atender ao que especifica em 6.4 e serem realizadas de acordo com a ASTM B 545.

6.10.5.14 Dureza em conectores de compressão

Este ensaio deve ser realizado apenas nos conectores de compressão.

Medições de dureza na superfície metálica dos conectores de compressão devem ser realizadas apenas naquelas áreas a serem comprimidas por ocasião da instalação desses conectores, devendo ser medida conforme ABNT NBR 6394.

6.10.6 Aceitação e Rejeição


Devem ser aceitos os conectores que satisfizerem a todos os requisitos desta especificação técnica, em caso contrário devem ser rejeitados.

A inspeção ou sua omissão, bem como a aceitação do conector pela CPFL não eximirão de modo algum o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer o conector em plena concordância com esta especificação técnica, nem tampouco invalidarão ou comprometerão qualquer reclamação posterior que a CPFL venha a fazer baseada na existência de conectores inadequados ou defeituosos.

A aprovação indevida por parte do inspetor designado pela CPFL, de material ou equipamento não será motivo de impedimento para a reprovação, posteriormente, por parte da CPFL.

A CPFL poderá rejeitar qualquer parte ou partes dos serviços os quais, após inspeção e ensaios, estiverem em desacordo com esta Especificação. Tal rejeição será feita por escrito e conterá a justificativa para a mesma.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	12 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

Em caso de qualquer falha nos ensaios de recebimento, a CPFL poderá exigir, sem ônus para ela, que a causa seja corrigida e as modificações daí decorrentes sejam efetuadas, também, nas demais unidades adquiridas ou, dependendo da gravidade da falha, poderá rejeitar o conector.

Se o número de falhas for tal que a CPFL venha a suspeitar do controle de qualidade, o lote inteiro poderá ser rejeitado.

A rejeição do conector em virtude de falhas constatadas através de inspeção e ensaios ou de sua discordância com esta especificação técnica, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade.

Se na opinião da CPFL a natureza da rejeição tornar impraticável a entrega do conector pelo Fornecedor na data acordada ou se tudo indicar que o Fornecedor seja incapaz de satisfazer aos requisitos exigidos, a CPFL reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material em outra fonte.

6.11 Fornecimento e acondicionamento

Os conectores devem ser acondicionados de modo adequado ao transporte previsto, às condições de armazenagem e ao manuseio.

Se fornecidos em caixas, estas devem conter amarração para maior rigidez e não devem ter pontas de pregos, parafusos ou grampos que possam danificar os conectores.

Se fornecidos com composto antióxido, os conectores devem ser embalados, individualmente, de preferência em sacos ou cápsulas de polietileno transparente incolor de espessura mínima de 0,10 mm, fechados por solda eletrônica de modo a evitarem a penetração da umidade e a reterem o composto antióxido. Esta embalagem não deve ser utilizada nas luvas de emenda e similares que devem apenas ser seladas nas extremidades e orifícios com elementos apropriados.

Não é permitida a utilização de papel e papelão simples ou ondulado, cor parda, tipo Kraft, em contato direto com os conectores, ou de maneira que, sob o efeito d'água ou da umidade, possa vir a corroê-los.

Externamente, os volumes que constituem tanto as embalagens finais como as unitárias devem trazer as seguintes indicações:


- Nome ou marca do fabricante e código de catálogo;
- Destinatário e local de entrega;
- Identificação completa do conteúdo;
- Número da ordem/contrato de compra;
- Massas bruta e líquida;
- Número de peças.

6.11.1 Armazenagem

Após a aceitação do conector na inspeção e ensaios a que for submetido, o Fornecedor deverá tomar todas as precauções e providências necessárias para o adequado armazenamento dos materiais e acessórios que, por sua natureza, fiquem sujeitos à espera para fins de transporte ou montagem na fábrica antes da entrega.

Caso os conectores e seus componentes não sejam despachados após 30, trinta, dias de sua aceitação na inspeção e ensaios, por responsabilidade única e exclusivamente imputável ao Fornecedor, a CPFL poderá determinar, a seu critério, a realização por parte do Fornecedor e

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	011/08/2022	13 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

sob a responsabilidade deste, de novos ensaios julgados necessários nos conectores, sem qualquer ônus à CPFL. Tais ensaios serão acompanhados pelo Inspetor, devendo o Fornecedor emitir os respectivos relatórios.

6.11.2 Embalagem e transporte

Ao término da inspeção final e liberação dos conectores, o Fornecedor poderá iniciar o processo de embalagem para posterior transporte e armazenagem.

A embalagem dos conectores é de exclusiva responsabilidade do Fornecedor, devendo ser apropriada para transporte rodoviário.

A embalagem deverá ser feita obedecendo fundamentalmente os seguintes princípios:

- O acondicionamento dos conectores deverá ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições, forma de transporte e limitações que possam ser encontradas, inclusive condições ambientais adversas e agressivas;
- O sistema de embalagem deverá ser tal que proteja todo o material contra quebras, danos e perdas por ruptura do encaixotamento desde a saída da fábrica até o local do destino;
- A embalagem deve ser projetada de modo a suportar e facilitar as operações de embarque e desembarque, sem prejuízo à segurança dos operadores e integridade do conector. Ela deve ser confeccionada em madeira com espessura mínima de 10 mm;
- As embalagens e o acondicionamento exclusivamente para os conectores de expansão deverão ser efetuados de tal maneira que impeçam o contato direto entre as partes para não se danificarem.

Cada volume deverá ser identificado indelevelmente, de forma legível, compatível através de uma etiqueta dentro e fora da embalagem, com no mínimo as seguintes informações: "CPFL"; Nome do Conector; Código da CPFL; Número da Nota Fiscal; Número sequencial da caixa ou embalagem; Quantidade de peças; Peso Bruto; "Para Cima" em um ou mais lados indicando o topo da embalagem; Nome do Fornecedor.

Qualquer dano ao conector decorrente de embalagem inadequada ou defeituosa será de responsabilidade do Fornecedor, que se obrigará a substituir os conectores danificados, sem quaisquer ônus para a CPFL.

6.12 GARANTIA

O fabricante deve garantir a qualidade de todos os materiais usados de acordo com os requisitos desta especificação técnica.

A vigência da garantia deve ser no mínimo de 12, doze, meses a partir da entrada em operação ou 18, dezoito, meses à partir da data de entrega no ponto de destino citado no contrato.


Se durante o período de garantia ocorrer algum defeito, falha ou falta oriundas da fabricação ou emprego de materiais inadequados no conector, o Fornecedor deverá substituí-lo, atendendo ao menor prazo possível a solicitação da CPFL e sem qualquer ônus a mesma.

Se depois de notificado, o Fornecedor se recusar a efetuar as substituições solicitadas, a CPFL reserva-se o direito de executá-las e cobrar seus custos do Fornecedor, sem que isto afete a garantia do conector.

7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	14 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

8. ANEXOS

ANEXO 1 – Tabelas

Tabela 1 – Características mecânicas do cobre eletrolítico para elemento extrudado

Têmpera	TUBOS			PERFIS			TUBOS /PERFIS
	Resistência à tração mínima (MPa)	Escoamento mínimo (MPa)	Alongamento máximo (%)	Resistência à tração mínima (MPa)	Escoamento mínimo (MPa)	Alongamento máximo (%)	Dureza Brinell
¼ Duro	-	-	-	270	180	20	50
½ Duro	320	270	15	320	270	10	70
¾ Duro	350	300	8	-	-	-	90

Tabela 2 – Características mecânicas do cobre fosforado para elemento extrudado

Têmpera	TUBOS			PERFIS			TUBOS /PERFIS
	Resistência à tração mínima (MPa)	Escoamento mínimo (MPa)	Alongamento máximo (%)	Resistência à tração mínima (MPa)	Escoamento mínimo (MPa)	Alongamento máximo (%)	Dureza Brinell
¼ Duro	270	180	30	270	180	20	50
½ Duro	350	300	8	320	270	10	70

Tabela 3 – Torque de instalação dos parafusos

Parafuso	Torque (daN.m)
	Bronze
M 8	2.1
M 10	3.0
M 12	4.7
M 14	5.5
M 16	7.6

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	15 de 23


	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Conectores de Cobre para Subestações

Tabela 4 – Procedimento para amostragem e critério de aprovação para ensaios de recebimento


Tamanho do Lote	Inspeção Visual Verificação Dimensional				Resistência à Tração Resistência à Torção Efeito Mecânico sobre os Condutores				Condutividade Dureza Superficial Aquecimento Resistência Elétrica da Conexão Espessura da Camada de Estando Revestimento de Zinco				Tração com Cunha nos Parafusos		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
Até 150	-	13	0	1	-	13	0	1	-	8	0	1	5	0	1
151 a 500	1ª	32	0	2	-	13	0	1	-	8	0	1			
	2ª	32	1	2											
501 a 1200	1ª	50	0	3	-	13	0	1	-	8	0	1	20	1	2
	2ª	50	3	4											
1201 a 3200	1ª	80	1	4	1ª	32	0	2	-	8	0	1			
	2ª	80	4	5	2ª	32	1	2							
3201 a 10000	1ª	125	2	5	1ª	32	0	2	1ª	20	0	2			
	2ª	125	6	7	2ª	32	1	2	2ª	20	1	2			
10001 a 35000	1ª	200	3	7	1ª	32	0	2	1ª	20	0	2			
	2ª	200	8	9	2ª	32	1	2	2ª	20	1	2			

Notas:

- Ac – número de conectores defeituosos que ainda permite aceitar o lote; Re - número de conectores defeituosos que implica a rejeição do lote.
- Para a amostragem dupla, o procedimento deve ser o seguinte: ensaia-se um numero inicial de unidades igual ao da primeira amostra obtida na Tabela. Se o número de unidades defeituosas encontrado estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo estes valores), deve-se ensaiar a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontrado após ensaiadas as duas amostras deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.
- A amostra dos parafusos para o ensaio de tração com cunha nos parafusos de aço deve ser constituída retirando-se, aleatoriamente, um parafuso de cada conector pertencente ao lote.
- Planos de amostragem (NBR 5426),
 - Verificação geral: amostragem dupla, nível II , NQA 1,0%;
 - Tração, torque dos parafusos, efeito mecânico sobre o condutor-tronco: amostragem dupla, nível S4, NQA 1,0%;
 - Condutividade, revestimento de zinco, aquecimento e resistência elétrica: amostragem dupla, nível S3, NQA 1,5%;
 - Tração com cunha nos parafusos de aço: amostragem simples, nível S3, NQA 2,5%.

Tabelas 5 – Correntes para ensaio de aquecimento

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	16 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

Fios e Cabos Condutores			Tubos Condutores				
Seção Nominal mm² (AWG/MCM)	Corrente (A)		Diâmetro Nominal mm (IPS)*	Corrente (A)			
				Cobre		Alumínio	
	Cobre	Alumínio		Leve	Pesado	Leve	Pesado
4	30	-	15 (1/2)	380	420	335	383
6	45	-	20 (3/4)	540	590	426	484
(8)	-	-	25 (1)	650	750	569	644
10	62	-	32 (1 1/4)	870	975	724	830
(6)	-	70	40 (1 1/2)	1020	1150	841	968
16	98	-	50 (2)	1250	1500	1064	1250
(4)	-	90	63 (-)				
25	130	-	65 (2 1/2)	1700	1975	1452	1670
(2)	-	120	70 (-)				
35	155	-	80 (3)	2175	2475	1777	2059
50	189	-	90 (3 1/2)	2575	2875	2069	2410
(1/0)	-	160	100 (4)	2850	3100	2373	2772
(2/0)	-	185	110 (-)				
70	240	-	125 (5)	3450	3850	3027	3570
(3/0)	-	215	140 (-)				
95	270	-	152 (6)	4000	4500	3724	4474
(4/0)	-	250	-	-	-	-	-
120	326	-	-	-	-	-	-
(250)	-	-	-	-	-	-	-
150	390	-	-	-	-	-	-
(300)	-	315	-	-	-	-	-
(336,4)	-	335	-	-	-	-	-
185	420	-	-	-	-	-	-
(400)	-	-	-	-	-	-	-
240	503	-	-	-	-	-	-
(477)	-	406	-	-	-	-	-

*IPS – Iron Pipe Size


Notas:

- a) As correntes indicadas correspondem a uma elevação de temperatura do condutor de 30°C sobre uma temperatura ambiente de 40°C, medida após estabilização de temperatura, em local abrigado (laboratório).
- b) os valores de correntes estão calculados na base de condutividade 98% IACS para o cobre, 20°C.
- c) A velocidade do vento para o dimensionamento da corrente foi considerada em 0,55km/h, que corresponde ao efeito da convecção vertical natural, causada pelo aquecimento do condutor, dentro do laboratório.
- d) O fator de emissividade superficial para condutores novos foi definido em 0,35.

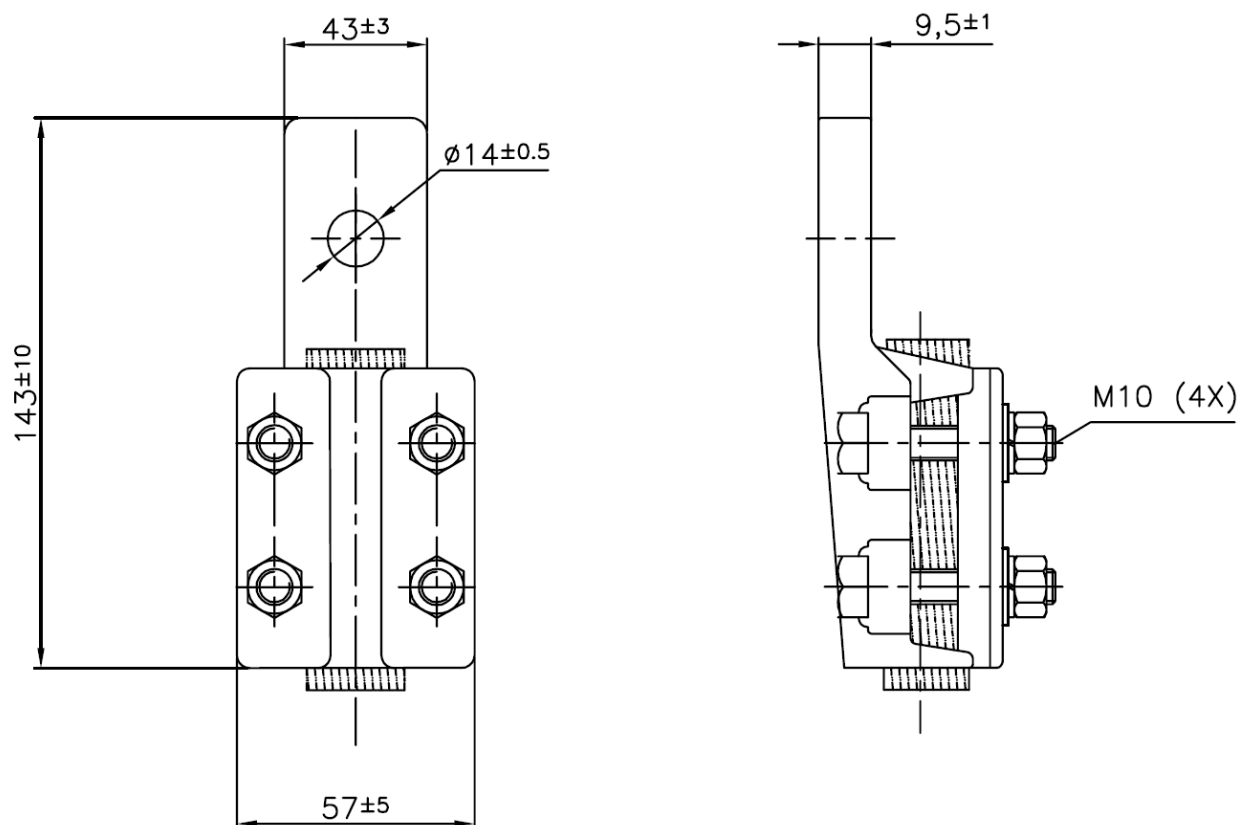
Tabela 6 – Comprimento L de acordo com a seção reta do condutor

Área (mm ²)	≤ 25	> 25 ≤ 50	> 50 ≤ 120	> 120 ≤ 240	> 240 ≤ 400	> 400 ≤ 630
L (mm)	150	200	300	400	500	650

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	17 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações


ANEXO 2 – Desenhos e Código dos Materiais

1. A – CONECTOR TERMINAL RETO CABO COBRE 16 a 70mm² – CHAPA 1N**CÓDIGO MATERIAL: 10-000-030-806**

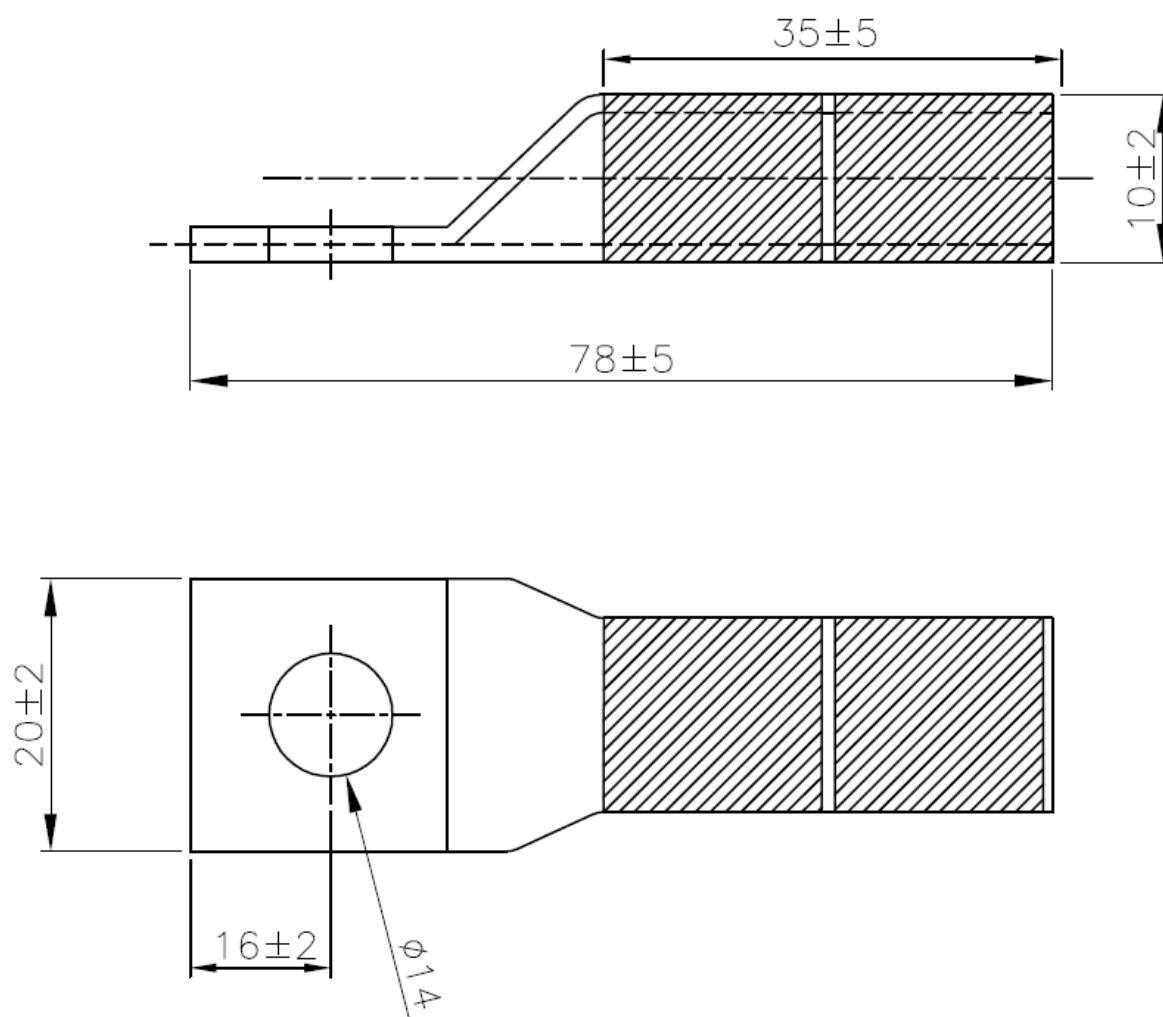
Aplicação: Ligação reta para cabo de cobre de 16 a 70mm² a barramento com 1 furo (chapa 1N).

Nota: Fornecer conector com parafusos, porcas e arruelas (inclusive da chapa) em bronze silicioso (DURIUM).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	18 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações


1. B – CONECTOR TERMINAL RETO A COMPRESSÃO CABO COBRE 50mm² – CHAPA 1N



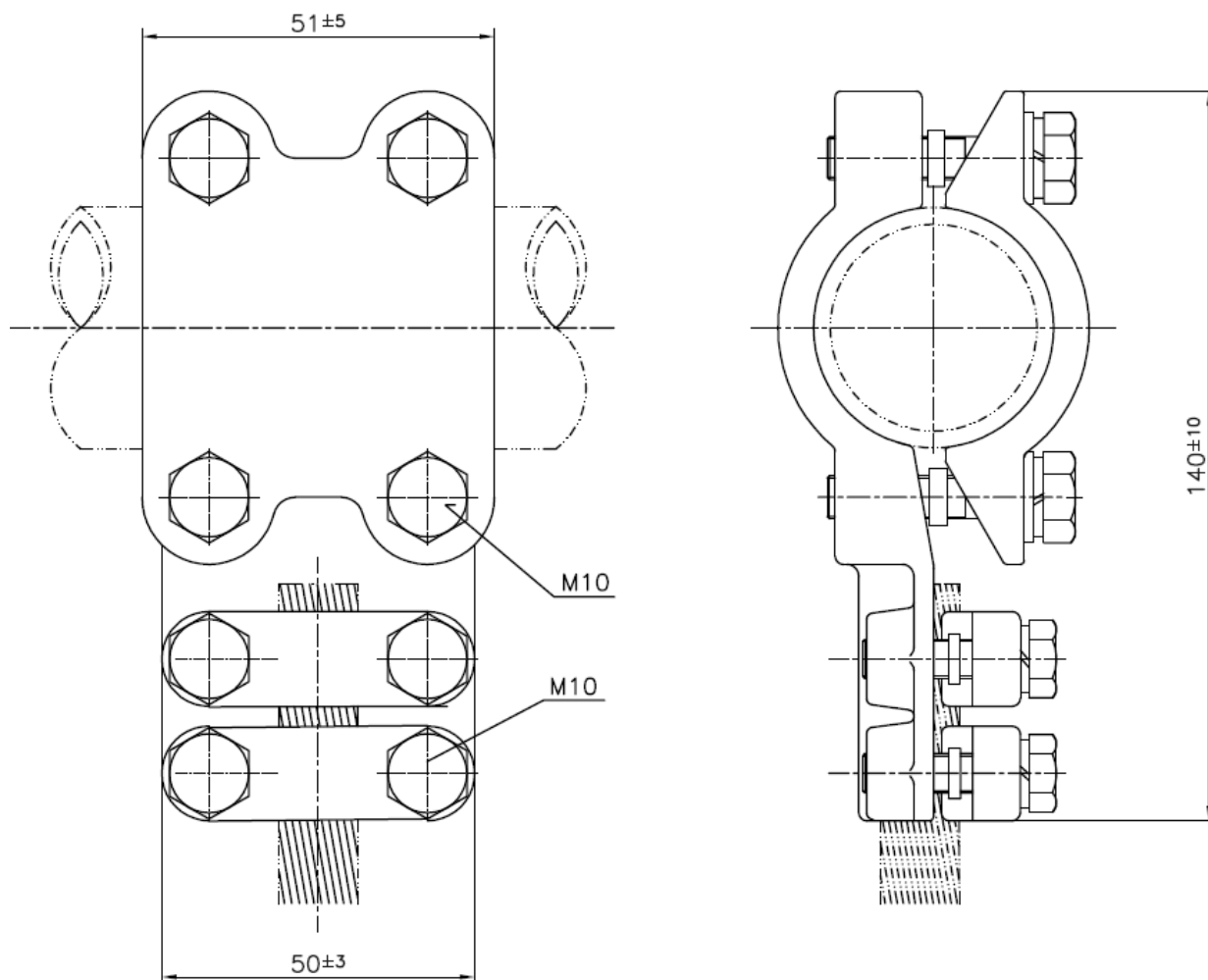
CÓDIGO MATERIAL: 10-000-030-664

Aplicação: Ligação reta a compressão para cabo de cobre de 50 mm² a barramento com 1 furo (chapa 1N).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	19 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

2. A – CONECTOR DERIVAÇÃO “T” TUBO ALUMÍNIO 1” IPS A CABO COBRE 10-70mm²




CÓDIGO MATERIAL: 10-000-039-963

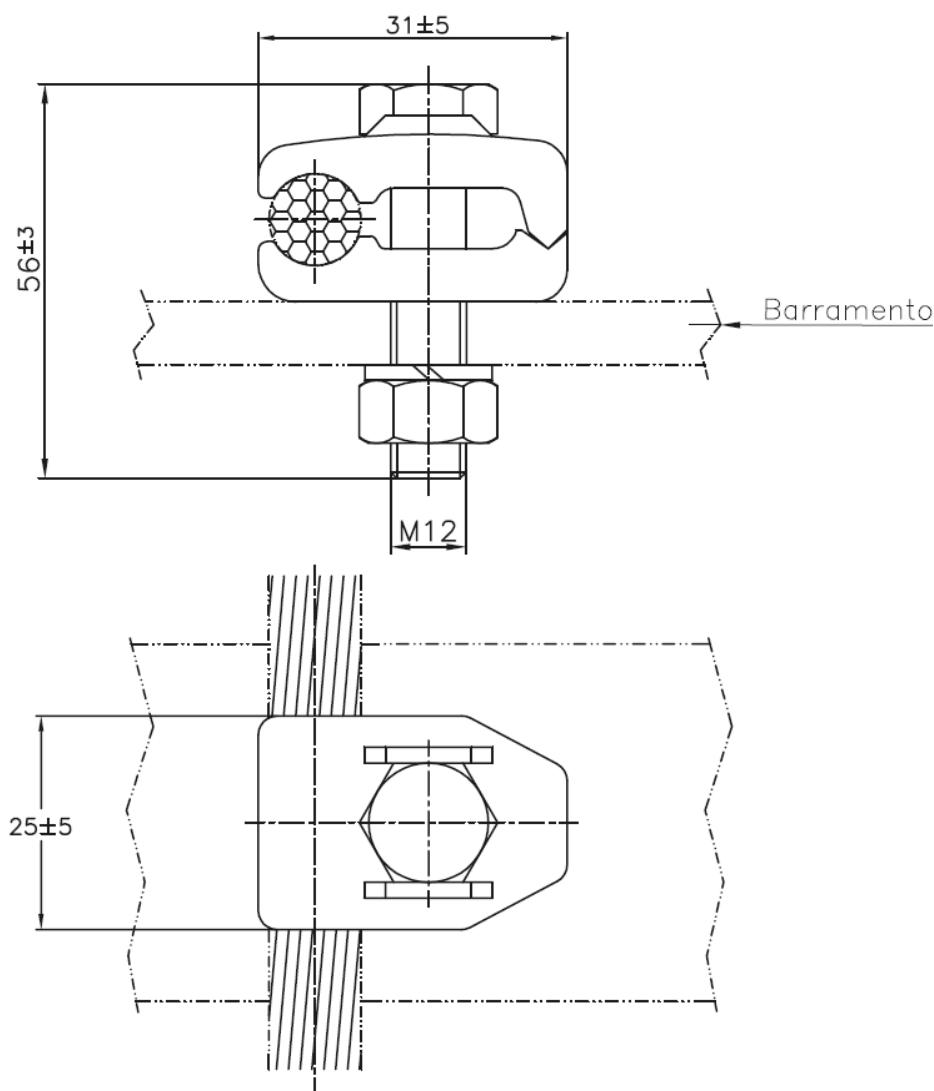
Aplicação: Ligação de tubo Alumínio 1” IPS na principal e cabo de cobre de 10 a 70mm² na derivação.

Nota: Fornecer conector com parafusos, porcas e arruelas em bronze silicioso (DURIUM).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	20 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

3. A – CONECTOR ATERRAMENTO CABO 6 A 2/0 AWG A CHAPA – FIXAÇÃO FURO M12




CÓDIGO MATERIAL: 10-000-030-895

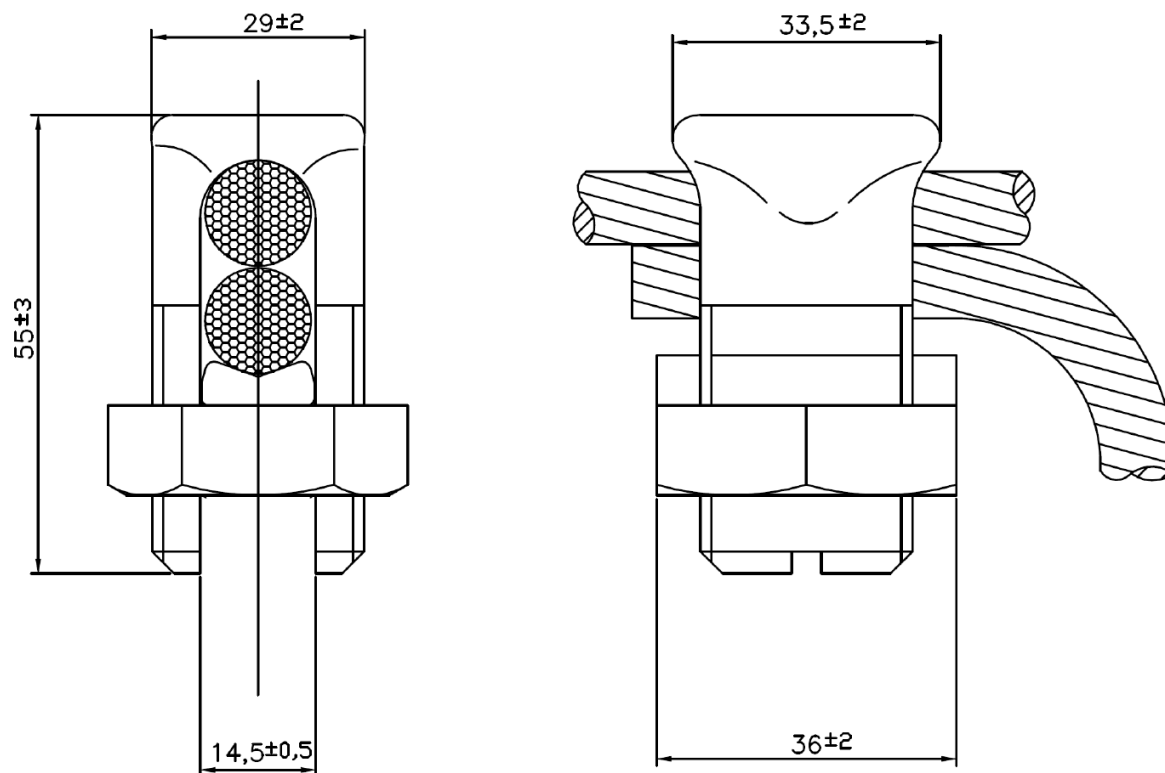
Aplicação: Ligação de cabo 6 AWG a 2/0 AWG a chapa de aço ou cobre de 6 a 20mm de espessura, com fixação em furo M12.

Nota: Fornecer conector com parafusos, porcas e arruelas em bronze silicioso (DURIUM).

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	01/08/2022	21 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

4. A – CONECTOR PARAFUSO FENDIDO BRONZE PARA CABOS DE COBRE 4 A 3/0 AWG




Item	Faixas de seção aplicáveis aos condutores				Torque de instalação (daN.m)	Massa Aprox. (kg)
	Principal		Derivação			
	Cabo CU mm² (AWG/MCM)		Cabo CU (AWG/MCM)			
	Mín	Máx	Mín	Máx		
1	21 (4)	107 (3/0)	21 (4)	107 (3/0)	10,5 ± 0,2	0,180kg ±10%

CÓDIGO MATERIAL: 10-000-030-286

Aplicação: Conexão dois cabos de cobre de 4 a 3/0 AWG.

Nota: Fornecer conector com parafusos, porcas e arruelas em bronze.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	22 de 23

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento:	Conectores de Cobre para Subestações

9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES

9.1 Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Paulista	REDN	João Carlos Carneiro
RGE	REDN	Paulo Henrique Engelmann De Oliveira

9.2 Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
1.0	15/06/2016	- Emissão inicial
1.1	21/07/2022	- Ajustada formatação do documento conforme norma interna vigente

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
16830	Instrução	1.1	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	11/08/2022	23 de 23