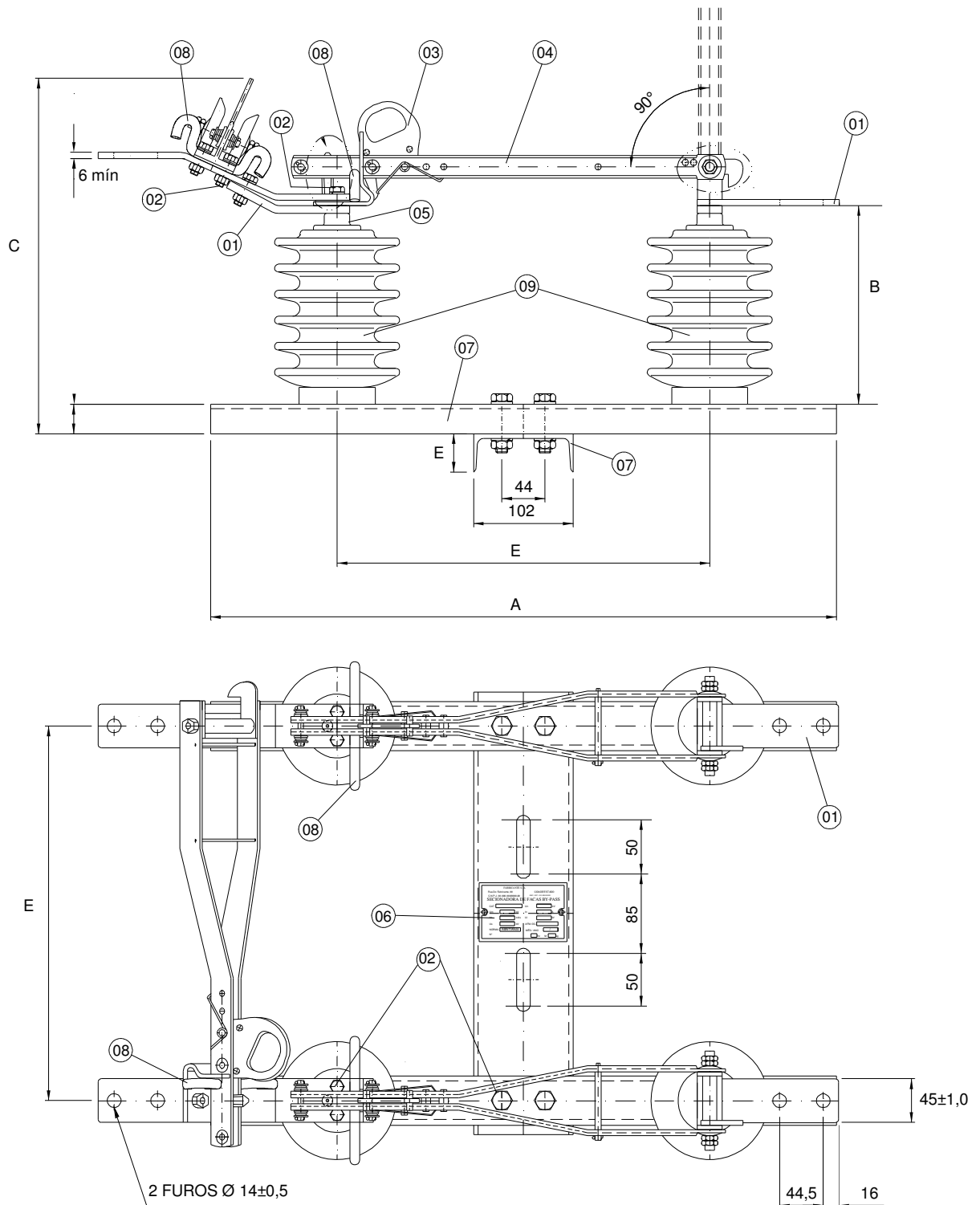


7.9. E 10 – Chave Faca Tipo *By-Pass* – Padrão Dimensional



Nota:

A chave deve ser fornecida com suporte instalação com um ângulo de 30° em cruzeta. O suporte deve ter seu desenho previamente aprovado pela Celesc D.



7.10 Chave Faca Tipo *By-Pass* – Requisitos Técnicos

Legenda

Item	Denominação	Qtd.	Material	Obs.
01	Terminais	2	Liga de cobre	Estanhado
02	Parafusos e arruelas	±08	Conforme 5.7.7	
03	Gatilho da chave	01	Liga de cobre	
04	Lamina de cobre	01	Cobre eletrolítico	
05	Ferragens de fixação do isolador	04	FºFº nodular	Zincado a quente
06	Placa de identificação	01	Aço inoxidável	
07	Base	01	Aço carbono	Zincado a quente
08	Gancho para abertura sob carga	01	Metal não ferroso	
09	Isolador Polimérico ou porcelana	02	Porcelana ou polimérico	

Dimensão das Chaves

Item	Tensão máx. De operação	Corrente nominal	Dimensões (mm)				Código SAP Celesc
	(kV)		A±10	B±5	C (máx)	E (máx)	
A	24,2	500	650	280	728	381	7982

Característica Elétrica das Chaves

Item	Tensão Maxima de Operação (kV)	Corrente Nominal (A)	Corrente Suportável nominal de curta duração (kA/s)	Tensão suportável de Impulso Atmosférico (crista – kV)		Tensão suportável à Freq. Industrial sob Chuva durante 1min (kV)	
				a terra e entre pólos	entre contatos abertos	a terra e entre pólos	entre contatos abertos
A	24,2	500	25	125	140	50	55

Nota:

O fabricante do isolador deve ser previamente homologado na Celesc. O não cumprimento desta exigência impossibilitará o fornecimento da chave.



7.11 Controle das Revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	DD N ^o 108/1994 – 08/11/1994	-	-	-
2	DTE N ^o 430/2008 – 17/07/2008			
3	DTE N ^o 555/2008 – 05/11/2008	FHM	GMTK	PNA
4	DDI N ^o 089/2018 – 17/12/2018	APD	GMTK	MAG



7.12 Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
4 ^a	Novembro 2018	<ul style="list-style-type: none">- Geral – Indexação das tabelas, revisão de texto e figuras e reorganização de tópicos para atender padrão atual de especificação;- Introdução da Chave seccionadora tipo <i>By-pass</i> proveniente da E-313.0048, realizou-se adaptações no texto para contemplar as particularidades da mesma.- Inciso 5.4.2. – adicionado a identificação mínima dos isoladores;- Inciso 5.7.5. – Introdução dos isoladores poliméricos compostos revestidos de silicone;- Subitem 7.2. – introduzida as características mínimas para os isoladores.- Subitem 7.2. – Atualização do desenho com a revisão da base para aumentar a rigidez das chaves.- Subitens 7.9. e 7.10. – desenhos e características da chave <i>by-pass</i>.	<p>APD</p> <p>GMTK</p> <p>MAG</p>

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO

E-313.0014

TÍTULO

CHAVES FUSÍVEIS DE DISTRIBUIÇÃO

FOLHA

1/49

1. FINALIDADE

Fixar as exigências mínimas para a fabricação e recebimento de chaves fusíveis de distribuição, instalação externa e tensão máxima de operação até 38 kV.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria Técnica, Agências Regionais, fabricantes e fornecedores de materiais da Empresa.

3. ASPECTOS LEGAIS

- a) NBR 8124 - Chaves Fusíveis de Distribuição (classe 2);
- b) NBR 7282 - Dispositivos Fusíveis Tipo Expulsão;
- c) os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as definições da NBR 5459 da ABNT, complementadas pelo subitem 4.1. até o inciso 4.2.12. desta Especificação.

4. CONCEITOS BÁSICOS**4.1. Características Elétricas****4.1.1. Corrente Presumida de um Circuito**

É a corrente que circularia no circuito em que se acha inserido o dispositivo de proteção e/ou manobra considerado, se cada um de seus pólos fosse substituído por um condutor de impedância desprezível.

4.1.2. Valor de Crista da Corrente Presumida

É o valor de crista da corrente presumida durante o intervalo de tempo transitório que segue ao seu estabelecimento, por um dispositivo de proteção e/ou manobra ideal no pólo considerado.

4.1.3. Corrente Presumida de Interrupção de um Dispositivo Fusível

É a corrente presumida que é avaliada no instante em que se inicia o arco de um processo de interrupção de um dispositivo fusível.

4.1.4. Capacidade de Interrupção de uma Chave Fusível

É o valor da corrente presumida de interrupção simétrica que uma chave fusível é capaz de interromper, sob uma tensão dada em condições especificadas de emprego e funcionamento.

4.1.5. Corrente Convencional de Fusão

É o valor especificado de corrente que provoca a fusão de um elemento fusível, dentro de um tempo especificado (tempo convencional).

4.1.6. Corrente Convencional de não Fusão

É o valor especificado de corrente que um fusível é capaz de conduzir por um tempo especificado (tempo convencional).

4.1.7. Tempo de Fusão ou Tempo de Pré-arco

É o intervalo de tempo entre o instante em que a corrente atinge valor suficiente para fundir o elemento fusível e o instante em que inicia o arco.

4.1.8. Tempo de Arco

É o intervalo de tempo entre o instante em que se inicia e o instante da extinção final do arco.

4.1.9. Tempo de Interrupção de um Fusível

É a soma do tempo de fusão e do tempo de arco.

4.1.10. Integral de Joule

É a integral do quadrado da corrente num intervalo de tempo especificado.

$$I^2 t = \int_{t_0}^t I^2 dt$$

Notas:

- a) do ponto de vista de um circuito protegido por um dispositivo fusível, o valor da integral de Joule sobre o tempo de interrupção do dispositivo fusível é referido a uma energia específica, isto é, a energia liberada em forma de calor em uma parte do circuito tendo 1 Ohm de resistência;
- b) os valores da integral de Joule, geralmente indicados para fusíveis, são a integral de Joule de pré-arco e a integral de Joule de interrupção, aplicados respectivamente aos tempos de fusão (pré-arco) e de interrupção.

4.1.11. Tempo Virtual

É a relação entre a integral de Joule e o quadrado da corrente presumida no circuito.

Os valores dos tempos virtuais, geralmente indicados para um fusível, são os do tempo de pré-arco e do tempo de interrupção.

4.1.12. Tensão de Restabelecimento

É a tensão que se manifesta entre os terminais de um pólo de um dispositivo de proteção e/ou manobra, em seguida à interrupção da corrente, em dois intervalos de tempo sucessivos, um no qual existe uma tensão transitória, seguido de um outro em que existe somente a tensão de frequência nominal do sistema.

4.1.13. Tensão de Restabelecimento Transitória

É a tensão de restabelecimento entre os terminais do primeiro pólo que interrompe a corrente, no intervalo de tempo em que ela apresenta característica transitória significativa.

Nota:

A tensão transitória pode ser oscilatória, não oscilatória ou uma combinação dessas duas formas, dependendo das características do circuito ou dispositivo de proteção e/ou manobra. Ela considera a variação de tensão do neutro de um circuito polifásico.

4.1.14. Tensão de Restabelecimento de Frequência Nominal

É a tensão de restabelecimento depois de desaparecerem os fenômenos transitórios de tensão.

4.1.15. Tensão de Restabelecimento Transitória Presumida

É a tensão de restabelecimento transitória que se manifesta após a interrupção, por um dispositivo de proteção e/ou manobra ideal, da corrente presumida simétrica no pólo considerado.

4.1.16. Curvas Características Tempo-Corrente

É a representação gráfica do tempo de operação, expresso como um tempo virtual, em função do valor eficaz da corrente presumida simétrica, em condições de operação especificadas.

Nota:

As curvas características tempo-corrente, indicadas em geral para um fusível, referem-se aos tempos de pré-arco e de interrupção.

4.2. Chave Fusível e Seus Componentes

4.2.1. Dispositivo Fusível

É um dispositivo de proteção que pela fusão de uma parte, especialmente projetada e dimensionada, abre o circuito no qual se acha inserido e interrompe a corrente, quando esta excede um valor especificado durante um tempo determinado.

4.2.2. Chave Fusível

É um dispositivo fusível no qual o porta-fusível pode ser manipulado de forma a obter uma distância de seccionamento, sem que haja separação física entre o porta-fusível ou lâmina seccionadora e a base.

4.2.3. Terminal de Chave Fusível

É a parte condutora da chave fusível destinada a ser ligada em um condutor de um circuito externo.

4.2.4. Base de uma Chave Fusível

É uma peça fixa destinada a receber o porta-fusível **com elo fusível** ou lâmina seccionadora, e ligá-lo ao circuito externo, compreendendo todas as partes necessárias para assegurar o isolamento.

4.2.5. Porta-fusível

É a parte da chave fusível destinada a receber o elo fusível.

4.2.6. Fusível

É a parte da chave fusível que deve ser substituída após cada operação do dispositivo fusível e que contém o elemento fusível.

4.2.7. Elo Fusível

É o fusível de construção flexível utilizado em uma chave fusível para mantê-la na posição fechada, quando em funcionamento e provocar sua abertura após a fusão do elemento fusível.

4.2.8. Elemento Fusível

É o componente de um fusível que funde, quando percorrido por uma corrente que exceda um valor especificado, durante um tempo especificado.

4.2.9. Contato da Base

É a parte condutora de uma base ligada ao terminal e destinada a fazer uma ligação com o contato do porta-fusível ou da lâmina seccionadora.

4.2.10. Contato do Porta-Fusível

É a parte condutora de um porta-fusível destinada a fazer a ligação com o contato do fusível e com o contato da base.

4.2.11. Contato do Fusível

É a parte condutora de um fusível destinada a fazer a ligação com o contato do porta-fusível ou com o contato da base.

4.2.12. Distância de Seccionamento de uma Chave Fusível

É a distância de isolamento entre os contatos da base de uma chave fusível, na posição aberta, com o porta-fusível ou lâmina seccionadora.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Generalidades das Chaves Fusíveis

As partes metálicas da chave fusível devem ter superfícies lisas, sem arestas ou irregularidades que possam causar alta intensidade de campo elétrico.

Os porta-fusíveis e as lâminas seccionadoras devem ser intercambiáveis com as bases de mesmas características nominais de todos os fabricantes.

A base da chave fusível deve ser provida de ferragem apropriada que permita sua instalação no suporte L, conforme indicado nos desenhos do padrão nos anexos desta Especificação. Deve, também, ser provida de gancho incorporado ao terminal superior da base, conforme subinciso 5.5.2.5., permitindo a fixação da ferramenta de abertura em carga.

A chave fusível deve ser própria para:

- a) montagem inclinada;



- b) indicar sua operação por deslocamento do porta-fusível para a posição circuito aberto;
- c) permitir instalação e remoção do porta-fusível ou lâmina seccionadora utilizando vara de manobra.

Todos os parafusos da chave fusível devem ter rosca métrica conforme a NBR 9527.

5.2. Condições de Serviço da Chave Fusível

A chave fusível deve ser projetada para as seguintes condições de serviço:

- a) temperatura máxima ambiente de 40°C com média diária não superior a 35°C e temperatura mínima ambiente de -5°C;
- b) altitude não superior a 1.000 m;
- c) pressão do vento até 700 Pa;
- d) exposição direta aos raios solares e à chuva.

5.3. Identificação da Chave Fusível

5.3.1. Base

A base deve ser identificada de forma legível e indelével, com tipos de no mínimo 2 mm de altura, através de placa de aço inoxidável, alumínio anodizado ou latão niquelado, fixada de modo permanente fora do suporte L ou através de gravações no próprio corpo do isolador, com as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) tipo e/ou número de catálogo;
- c) mês e ano de fabricação;
- d) tensão nominal em kV;

- e) corrente nominal em A;
- f) tensão suportável nominal de impulso atmosférico em kV.

5.3.2. Porta-Fusível

O porta-fusível deve ser identificado de forma legível e indelével, resistente às intempéries e à operação da chave, com as informações a seguir:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) tipo e/ou número de catálogo;
- c) tensão nominal em kV;
- d) corrente máxima ou faixa de corrente em A;
- e) capacidade de interrupção simétrica nominal em kA;
- f) mês e ano de fabricação.

Não será permitido o uso de etiquetas para identificação do tubo.

5.3.3. Isolador

O isolador deve ser identificado de forma legível e indelével com as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) ano de fabricação.

5.3.4. Lâmina Seccionadora

A lâmina deve ser identificada de forma legível e indelével com as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;

- b) tipo e/ou número de catálogo;
- c) tensão nominal da chave em que é aplicada, em kV;
- d) corrente máxima ou faixa de corrente em A;
- e) mês e ano de fabricação.

5.4. Informações Adicionais Fornecidas pelo Fabricante

O número de catálogo do fabricante deve corresponder a um desenho onde estão fixadas no mínimo, as dimensões mostradas nos desenhos do padrão estabelecido por esta Especificação, o diâmetro interno, a espessura da parede de revestimento de fibra vulcanizada com as respectivas tolerâncias e os materiais utilizados na confecção do tubo porta-fusível.

5.5. Condições Específicas da Chave Fusível

5.5.1. Características Nominais

As características elétricas das chaves fusíveis constam nas tabelas dos Anexos 7.12. e 7.13. desta Especificação. A frequência nominal é de 60 Hz.

As elevações de temperatura permissíveis, nas condições prescritas no Ensaio de Elevação de Temperatura, estão apresentadas no Anexo 7.1. desta Especificação.

5.5.2. Características da Base

5.5.2.1. O isolador deve conter as seguintes características:

- a) ser de porcelana vitrificada com superfícies isentas de bolhas, inclusões ou outras imperfeições conforme a NBR 5032;
- b) ter cor cinza claro, notação Munsell 5BG 7/1, no caso de chaves com base tipo C;
- c) atender as exigências da NBR 5032 referentes à porosidade e à tensão aplicada de alta frequência para isoladores;

- d) suportar a aplicação mecânica conforme estipulado no Ensaio de Resistência Mecânica do Isolador;
- e) ter as extremidades vedadas, se for oco, e não ter aberturas que possibilitem a entrada e o acúmulo de água e/ou insetos em seu interior. A vedação deve ser permanente, não sendo aceito cortiça como material de vedação;
- f) ter distância de escoamento mínima de 280 mm para Tensão Máxima de Operação (T.M.O.) 25 kV.

Nota:

A critério da Celesc podem ser aceitas chaves com isolamento polimérico desde que atendam os requisitos de qualidade previstos nas normas aplicáveis, tenham sido apresentados os ensaios de tipo e já tenham sido aprovadas em instalação piloto realizada pela Celesc.

- 5.5.2.2. Os conectores terminais devem ser do tipo paralelo, de parafuso, conforme desenhos dos Anexos 7.12. e 7.13., em liga de cobre, estanhados segundo a NBR 5370, com parafusos e arruelas de pressão manufaturados em bronze ou aço inoxidável.
- 5.5.2.3. As chaves devem ter as áreas de contato da base prateadas com no mínimo 8 micra de espessura.
- 5.5.2.4. As molas que mantêm a tensão mecânica entre a base e o porta-fusível devem ser de aço inoxidável ou material similar, desde que previamente autorizado pela Celesc.
- 5.5.2.5. Os ganchos para fixação de ferramenta de abertura em carga devem ser de material não ferroso e suportar uma tração mecânica de 200 daN, para verificar sua fixação à própria ferragem e possíveis deformações. A posição destes ganchos deve permitir que após operação com ferramenta de abertura em carga, a mesma seja retirada sem que ocorra descarga disruptiva. Deverão ser usadas seções transversais circulares que, comprovadamente, adaptam-se melhor aos requisitos.
- 5.5.2.6. O processo de fixação das ferragens no isolador deve ser adequado às solicitações mecânicas decorrentes da operação da chave e à interrupção da corrente de curto-circuito, devendo suportar os ensaios de operação mecânica e choque térmico, descritos nos incisos 5.7.14. e 5.7.12. desta Especificação, respectivamente.
- 5.5.2.7. As partes condutoras em liga de cobre devem ter porcentagem de zinco não superior a 6%.

- 5.5.2.8. Os parafusos, porcas e arruelas de fixação dos contatos no isolador da base devem ser em aço-bronze ou aço inoxidável.
- 5.5.2.9. As partes ferrosas, com exceção daquelas em aço inoxidável, devem ser zincadas de acordo com a NBR 6323, porém com camada média mínima de zinco de 100 micra. A espessura média mínima para parafusos, porcas e similares deverá ser 86 micra.
- 5.5.2.10. Todas as superfícies zincadas que ficam em contato com partes metálicas condutoras não ferrosas devem ser protegidas da ação galvânica ou eletrolítica, através de pintura das superfícies em contato.
- 5.5.2.11. As chaves devem ser projetadas de forma a não submeter os elos fusíveis à trações superiores a 3 daN no caso de chaves com bases do tipo C.

5.5.3. Características do Porta-Fusível

- 5.5.3.1. O tubo do porta-fusível deve ser de fibra de vidro com revestimento interno em fibra vulcanizada. Outro material pode ser aceito desde que aprovado pelas Celesc e que atenda aos requisitos das séries do ensaio de interrupção.
- 5.5.3.2. O porta-fusível deve ter cor cinza.
- 5.5.3.3. O tubo do porta-fusível deve ter as seguintes características:
- a) rigidez dielétrica transversal mínima de 6 kV/mm;
 - b) tensão suportável longitudinal (60 Hz) mínima de 1 kV/mm;
 - c) absorção máxima de água em 24 horas de 7%.
- 5.5.3.4. As áreas de contato de porta-fusíveis devem ser prateadas com um mínimo de 8 micra de espessura.
- 5.5.3.5. O olhal do porta-fusível deve suportar tração mecânica de 200 daN.
- 5.5.3.6. O dispositivo de fixação da cordoalha dos elos fusíveis deve ter dimensões que permitam a acomodação adequada de todos os elos utilizáveis no porta-fusível, sem provocar danos, tais como esgarçamento e retirada do estanho da cordoalha quando fixada.

5.5.3.7. Os prolongadores, quando necessários, devem estar de acordo com as recomendações do fabricante da chave e conforme o Anexo 7.1. desta Especificação.

5.5.4. Características da Lâmina Seccionadora

5.5.4.1. Constituída de três partes, rigidamente fixadas entre si, todas em liga de cobre com teor de zinco não superior a 15%: lâmina, contato superior e contato inferior. O contato superior deve ser provido de olhal para operação com vara de manobra. O contato inferior deve ser provido de dispositivo adequado à adaptação da vara de manobra visando a instalação ou remoção da lâmina seccionadora.

5.5.4.2. A lâmina seccionadora deve ser capaz de conduzir corrente nominal de 300 A.

5.5.4.3. O olhal da lâmina seccionadora deve suportar tração mecânica de 200 daN.

5.5.4.4. As áreas de contato dos porta-fusíveis e das lâminas seccionadoras devem ser prateadas com um mínimo de 8 micra de espessura.

5.6. Inspeção

5.6.1. Generalidades e Certificação Técnica de Ensaios do Equipamento

5.6.1.1. Para certificação técnica de ensaios do equipamento, devem ser realizados todos os ensaios de tipo relacionados no inciso 5.6.2. desta Especificação. Caso o produto ofertado tenha alguma inovação relativa ao padrão existente e necessite de ensaios além do especificado no inciso 5.6.2., o fornecedor deve comunicar à Celesc e apresentar os ensaios.

5.6.1.2. Os ensaios de recebimento devem ser executados nas instalações do fabricante, salvo acordo contrário entre Celesc e fabricante.

5.6.1.3. Os certificados técnicos de ensaios são emitidos pela Divisão de Engenharia e Normas - DVEN, conforme a Especificação E-313.0045- Certificação Técnica de Ensaios dos Equipamentos. Estes certificados, quando solicitados, deverão ser apresentados obrigatoriamente, juntamente com a proposta do lote em que for vencedora, no original ou em fotocópia autenticada.

5.6.1.4. A repetição de ensaios de tipo para verificação dos padrões de qualidade poderá ser solicitada a qualquer tempo, sempre que a Celesc julgar necessária.

- 5.6.1.5. As chaves fusíveis, pertencentes a lotes aceitos, que forem inutilizadas e/ou rejeitadas durante os ensaios, devem ser substituídas pelo fabricante por unidades novas e perfeitas, sem terem sido utilizadas anteriormente, sem ônus para a Celesc.
- 5.6.1.6. A dispensa de execução de qualquer ensaio e a aceitação do lote não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer chaves fusíveis de acordo com esta Especificação.
- 5.6.1.7. Qualquer alteração no projeto aprovado deverá ser comunicada à Celesc, e caso aplicável, acompanhada dos ensaios de tipo.
- 5.6.1.8. No recebimento, para aprovação do lote, devem ser executados todos os ensaios de recebimento previstos nesta Especificação e quando previamente acordado com o fabricante, também os de tipo.

5.6.2. Ensaaios de Tipo

Os ensaios de tipo são os seguintes:

- a) inspeção geral (ver inciso 5.7.2.);
- b) verificação dimensional (ver inciso 5.7.2.);
- c) tensão suportável nominal de impulso atmosférico (ver inciso 5.7.4.);
- d) tensão suportável à frequência industrial a seco (ver inciso 5.7.5.);
- e) tensão suportável à frequência industrial sob chuva (ver inciso 5.7.6.);
- f) impacto no suporte de fixação da chave (ver inciso 5.7.7.);
- g) elevação de temperatura (ver inciso 5.7.8.);
- h) medição da resistência ôhmica dos contatos (ver inciso 5.7.9.);
- i) capacidade de interrupção (ver inciso 5.7.10.);
- j) análise química da liga de cobre (ver inciso 5.7.11.);
- k) choques térmicos (ver inciso 5.7.12.);
- l) resistência mecânica do isolador (ver inciso 5.7.13.);

- m) operação mecânica (ver inciso 5.7.14.);
- n) zincagem (ver inciso 5.7.15.);
- o) absorção de água pelo tubo do porta-fusível (ver inciso 5.7.16.);
- p) porosidade do isolador (ver inciso 5.7.17.);
- q) poluição artificial (ver inciso 5.7.18.);
- r) verificação da rigidez dielétrica transversal do revestimento externo do tubo do porta-fusível (ver inciso 5.7.19.);
- s) tensão suportável longitudinal do revestimento externo do tubo do porta-fusível (ver inciso 5.7.20.);
- t) resistência mecânica do gancho e do olhal (ver inciso 5.7.21.);
- u) verificação da espessura do prateamento (ver inciso 5.7.22.);
- v) resistência à torção dos parafusos dos conectores (ver inciso 5.7.23.);
- x) radiointerferência (ver inciso 5.7.24.).

Nota:

Para lâminas seccionadoras são aplicados os seguintes ensaios:

- 1) Individualmente: a, b, j e a parte de s, referente a olhal;
- 2) Montadas em conjuntos completos (chave de faca removível): g, h, k, m e x.

5.6.3. Ensaio de Rotina e de Recebimento

São os ensaios citados nas alíneas a, b, d, g, h, k, m, n, o, r, t, u do inciso 5.6.2. desta Especificação.

5.6.4. Critérios de Amostragem e Aceitação

- 5.6.4.1. O Anexo 7.9. desta Especificação apresenta a amostragem e os critérios de aceitação para os ensaios de recebimento, exceto para os ensaios de operação mecânica, elevação de temperatura, choques térmicos e verificação do prateamento, cujos critérios são descritos nos subincisos em 5.6.4.4 a 5.6.4.6. desta Especificação. Os planos de amostragem

indicados referem-se a regime de inspeção normal. Nos casos em que a Celesc optar por outro regime de inspeção, serão seguidas as recomendações da NBR 5426.

- 5.6.4.2. No ensaio de zincagem deve ser ensaiada uma peça de cada chave fusível da amostra indicada no Anexo 7.9. desta Especificação.
- 5.6.4.3. Na execução dos ensaios de tipo, o número de chaves fusíveis e os critérios de aceitação serão estabelecidos de comum acordo entre Celesc e fabricante.
- 5.6.4.4. As três chaves que tenham apresentado o maior valor no ensaio de medição de resistência ôhmica devem ser submetidas à verificação da espessura do prateamento, ao ensaio de operação mecânica e em seguida ao ensaio de elevação de temperatura.
- 5.6.4.5. Devem ser submetidas ao ensaio de choque térmico três chaves aleatoriamente escolhidas no lote sob inspeção.
- 5.6.4.6. Se uma das chaves submetidas aos ensaios descritos nos subincisos 5.6.4.4. e 5.6.4.5. desta Especificação apresentar resultados insatisfatórios, o lote deve ser rejeitado.

5.6.5. Relatório de Ensaios

5.6.5.1. O relatório de ensaios deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) número da autorização de fornecimento (A.F.);
- b) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) tipo e/ou número de catálogo;
- d) mês e ano de fabricação;
- e) tensão e corrente nominais;
- f) tensão suportável nominal de impulso atmosférico;
- g) capacidade de interrupção simétrica;

- h) quantidade de chaves fusíveis do lote;
- i) número de unidades ensaiadas;
- j) relação dos ensaios efetuados e normas aplicadas;
- k) memórias de cálculo quando relevantes;
- l) todos os resultados obtidos;
- m) identificação completa do objeto ensaiado;
- n) nome do laboratório, do responsável e do inspetor que acompanhou o ensaio;
- o) data do ensaio.

As informações mencionadas anteriormente nas alíneas a e h referem-se, exclusivamente, a ensaios de recebimento. Para os ensaios de interrupção é considerado como especialmente relevante na identificação do objeto ensaiado o descrito no subitem 5.4. e subinciso 5.5.3.7. desta Especificação, assim como os desenhos dos elos fusíveis empregados.

5.7. Ensaaios

5.7.1. Prescrições Comuns aos Ensaaios de Tipo

Todos os ensaios de tipo deverão estar de acordo com as seguintes prescrições:

- a) a chave fusível deve ser nova, estar limpa e em perfeitas condições;
- b) a chave fusível a ser ensaiada deve ser montada em condições, o mais próximo possível das condições normais de serviço, com todas as ferragens de fixação aterradas;
- c) as ligações devem ser executadas de maneira a não reduzir as distâncias de isolamento;
- d) as chaves fusíveis devem ser selecionadas aleatoriamente do lote sob inspeção.



5.7.2. Inspeção Geral e Verificação Dimensional

Antes de iniciar os demais ensaios, deve ser realizada uma inspeção geral para comprovar se a chave fusível contém todos os componentes e acessórios requeridos e verificar:

- a) características e acabamento de componentes e acessórios;
- b) acionamento mecânico da chave fusível;
- c) características dielétricas, que devem ser comprovadas através dos relatórios de ensaios;
- d) certificados de ensaios referentes ao isolador da chave, alíneas c e d do subinciso 5.5.2.1.;
- e) dimensões que deverão estar de acordo com o padrão presente nos Anexos 7.12 e 7.13 desta Especificação, estando o porta-fusível provido do elo de maior corrente nominal previsto para sua utilização.

Com referência a alínea b, antes de ser efetuada a verificação, deve ser instalado no porta-fusível um botão de elo ou dispositivo que o simule com espessura de 4 mm para bases do tipo C. A articulação inferior deve ser travada mecanicamente. Após isto, deve-se aplicar uma tração mecânica na argola do olhal do porta fusível ou lâmina seccionadora, no plano da mesma e na direção perpendicular ao eixo do porta-fusível ou lâmina seccionadora de 8 daN (sem que ocorra abertura) e acima de 8 daN até 17 daN (devendo abrir o dispositivo).

Não são admissíveis trações maiores que 17 daN para a abertura da chave.

A não conformidade de uma chave fusível com qualquer uma destas características determina a sua rejeição.

5.7.3. Prescrições Comuns aos Ensaios Dielétricos

Todos os ensaios dielétricos deverão estar de acordo com as seguintes prescrições:

- a) para a execução dos ensaios dielétricos devem ser atendidas as prescrições contidas no inciso 5.7.1. desta Especificação;
- b) as ligações elétricas devem ser feitas por condutores nus, ligados a cada terminal da chave fusível em uma linha reta sensivelmente paralela ao fusível por uma distância

livre, no mínimo, igual a distância de isolamento da chave;

- c) os ensaios devem ser realizados sob condições ambiente, as mais próximas possíveis das condições padronizadas na NBR 6936 da ABNT.

5.7.4. Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico

- 5.7.4.1. As chaves fusíveis devem ser submetidas a este ensaio que deve ser realizado com impulsos de 1,2/50 microssegundos e de acordo com a NBR 6936 e NBR 5389 da ABNT.
- 5.7.4.2. O ensaio deve ser executado com 15 impulsos consecutivos de cada polaridade.
- 5.7.4.3. As tensões suportáveis de impulso devem ser as especificadas nos Anexos 7.12. e 7.13. desta Especificação e ser aplicadas sempre com um terminal de saída do gerador de impulso ligado a terra, de acordo com os subincisos 5.7.4.4. e 5.7.4.5. desta Especificação.
- 5.7.4.4. Os valores de tensão suportável de impulso atmosférico entre pólos e para a terra devem ser aplicados entre os terminais e todas as partes metálicas aterráveis:
 - a) com a chave fusível, incluindo o fusível e o porta-fusível ou lâmina seccionadora, completamente montado e fechado;
 - b) somente na base com o porta-fusível removido.
- 5.7.4.5. Os valores de tensão suportável de impulso atmosférico através da distância de seccionamento devem ser aplicados entre terminais da chave fusível, com o porta-fusível na posição aberta.

As partes metálicas aterráveis devem ser isoladas da terra.

- 5.7.4.6. As chaves fusíveis devem ser consideradas aprovadas, se o número de descargas disruptivas para terra ou entre terminais, nas isolações auto-recuperantes, não exceder a duas para cada condição de ensaio e se nenhuma descarga disruptiva ocorrer nas isolações não auto-recuperantes.

5.7.5. Tensão Suportável à Frequência Industrial a Seco

- 5.7.5.1. As chaves fusíveis devem ser submetidas a este ensaio, durante 1 minuto, conforme prescrito nas normas NBR 5389, NBR 6936 e NBR 6939 da ABNT.

- 5.7.5.2. O circuito de ensaio completo (transformador com dispositivo de regulação de tensão) deve ter uma corrente de curto-circuito de pelo menos 0,2A. É admitido verificar o valor da corrente de curto-circuito a aproximadamente um décimo da tensão especificada.
- 5.7.5.3. As tensões suportáveis à frequência industrial a seco, devem ser as especificadas nos Anexos 7.12. e 7.13. desta Especificação e ser aplicadas sempre com um terminal de saída da fonte de frequência ligado a terra, de acordo com os subincisos 5.7.5.4. e 5.7.5.5. desta Especificação.
- 5.7.5.4. Os valores de tensão suportável à frequência industrial entre pólos e para a terra devem ser aplicados entre os terminais e todas as partes metálicas aterráveis:
- a) com a chave fusível, incluindo o fusível e o porta-fusível, completamente montado e fechado;
 - b) somente na base com o porta-fusível removido.
- 5.7.5.5. Os valores de tensão suportável à frequência industrial, através da distância de seccionamento devem ser aplicados entre terminais da chave fusível, com o porta-fusível na posição aberta.

As partes metálicas aterráveis devem ser isoladas da terra ou ligadas ao ponto médio da fonte.

- 5.7.5.6. A chave fusível deve ser reprovada se ocorrerem uma ou mais descargas.

5.7.6. Tensão Suportável à Frequência Industrial Sob Chuva

- 5.7.6.1. As chaves fusíveis devem suportar este ensaio nas mesmas condições especificadas no inciso 5.7.5., submetidos a uma chuva artificial, conforme as normas NBR 5389 e NBR 6936 da ABNT.
- 5.7.6.2. Neste ensaio, se uma descarga disruptiva ocorrer através da isolação auto-recuperante, o ensaio deve ser repetido e caso nenhuma descarga ocorrer a chave deve ser considerada aprovada.

5.7.7. Impacto no Suporte de Fixação da Chave

A base da chave deve ser fixada num dispositivo rígido, conforme sugerido no Anexo 7.2.

desta Especificação. Fixar um braço de alavanca de 300 mm de comprimento como extensão do suporte da chave e aplicar um esforço dinâmico de 20 N.m, perpendicular à extremidade livre do braço de alavanca. A chave deve ser considerada aprovada se não ocorrer ruptura ou deformação permanente do suporte de fixação da chave.

5.7.8. Elevação de Temperatura

5.7.8.1. Prescrição Geral

Para a execução dos ensaios de elevação de temperatura, devem ser atendidas as prescrições do inciso 5.7.1. desta Especificação.

5.7.8.2. Amostra para Ensaio

- a) todos os componentes da chave fusível sob ensaio devem estar de acordo com a especificação do fabricante;
- b) o fusível deve ser o de mais alta corrente nominal padronizada para uso na base.

5.7.8.3. Arranjo do Equipamento

- a) o ensaio deve ser feito em um local livre de correntes de ar, exceto as geradas pelo aquecimento da chave sob ensaio;
- b) a chave fusível deve ser montada em sua posição de uso especificada e ligada ao circuito de ensaio por condutores nus com comprimento aproximado de 1 m e secção de acordo com o Anexo 7.8. desta Especificação;
- c) cada condutor deverá estar contido em um plano paralelo à superfície do suporte da chave, podendo ter qualquer direção neste plano;
- d) distâncias normais de isolamento não precisam ser consideradas;
- e) os ensaios devem ser feitos com a corrente nominal do fusível a uma frequência entre 58 Hz e 62 Hz;
- f) cada ensaio deve ser feito durante um período de tempo suficiente para a temperatura atingir um valor constante, em relação a ambiente (para fins práticos, esta condição é dada como obtida quando a variação de temperatura não exceder 1° C por hora);

- g) a elevação de temperatura das diversas partes da chave não deve exceder os valores especificados no Anexo 7.7. desta Especificação para uma temperatura ambiente entre 10° C e 40° C (não devem ser aplicados fatores de correção para temperaturas dentro deste intervalo).

5.7.8.4. Medição de Temperatura

- a) todas as precauções devem ser tomadas para reduzir as variações e os erros devidos ao desfasamento entre a temperatura das partes da chave fusível e as variações da temperatura do ar ambiente;
- b) as temperaturas das partes da chave, para as quais os limites estão especificados, devem ser determinadas com dispositivos tais como termopares ou elementos de contato colocados e fixados no ponto mais quente, acessível, de modo a propiciar boa condução de calor;
- c) como temperatura do ar ambiente, deve ser considerada a temperatura média do ar envolvendo a chave fusível e/ou seus elementos e deve ser medida durante o último quarto do período de ensaio, por meio de termopares ou termômetros, a uma distância de aproximadamente 1 m da chave sob ensaio (é admissível usar uma chave fusível adicional, igual e do mesmo fabricante da chave sob ensaio, uma cuba de óleo ou qualquer outro meio conveniente para a determinação da temperatura ambiente).

5.7.9. Medição da Resistência Ôhmica de Contato

- 5.7.9.1. A medição da resistência ôhmica de contato é realizada não para obtenção de resultados conclusivos e sim para servir como referência para execução dos ensaios de operação mecânica e de elevação de temperatura, nesta ordem.
- 5.7.9.2. A resistência dos contatos da chave deve ser medida entre cada terminal da base e a parte metálica do porta-fusível ou lâmina seccionadora acessível mais próxima após o contato.
- 5.7.9.3. Os pontos e métodos utilizados devem permitir a repetibilidade das medições dentro de uma margem de 1,0% para a chave medida.
- 5.7.9.4. O valor da resistência deve ser média aritmética de 3 medidas independentes.

5.7.10. Capacidade de Interrupção

5.7.10.1. Prescrição Geral

Para a execução dos ensaios de interrupção devem ser atendidas as prescrições do inciso 5.7.1. desta Especificação.

5.7.10.2. Descrição dos Ensaios

Os ensaios devem ser realizados de acordo com os valores especificados nos Anexos 7.10. e 7.11. desta Especificação, devendo incluir 5 grupos de ensaios:

- a) grupo 1 - verificação da capacidade de interrupção nominal (1);
- b) grupo 2 - verificação da capacidade de interrupção na faixa de corrente de falta de $0,7 I$ a $0,8 I$;
- c) grupo 3 - verificação da capacidade de interrupção na faixa de corrente de falta de $0,2 I$ a $0,3 I$;
- d) grupo 4 - verificação da capacidade de interrupção correspondente ao funcionamento do dispositivo fusível, em circuito com corrente de falta relativamente baixa de 400 a 500 A;
- e) grupos 5 - verificação da capacidade de interrupção correspondente ao funcionamento do dispositivo fusível, em circuito com corrente de falta relativamente baixa de $2,7 I_n$, com o mínimo de 15 A, sendo I_n a corrente nominal do fusível.

5.7.10.3. Características do Circuito de Ensaio

As características do circuito de ensaio são as seguintes:

- a) os ensaios de interrupção devem ser realizados com corrente alternada monofásica;
- b) os elementos do circuito usados para controlar a corrente e o fator de potência devem estar em série, conforme mostrado nos Anexos 7.3. e 7.4. desta Especificação;
- c) a frequência do circuito de ensaio deve estar entre 58Hz e 62Hz;

- d) as características do circuito de ensaio são as especificadas nos Anexos 7.10. e 7.11. desta Especificação.

5.7.10.4. Amostra para Ensaio

Todos os componentes da chave fusível devem estar de acordo com a especificação do fabricante. Todos os elos fusíveis de mesma corrente nominal utilizados no conjunto dos grupos de ensaios 1 a 5, conforme Anexo 7.10. desta Especificação, devem ser de um único tipo e fabricante.

- 5.7.10.5. Para os ensaios dos grupos 1 e 2, os condutores devem ser dispostos como mostrado no Anexo 7.5. desta Especificação, de forma a reproduzir as forças eletromagnéticas que possam ocorrer em serviço. Para impedir que qualquer movimento dos condutores possa causar esforços mecânicos excessivos sobre a base, os condutores devem ser fixados a uma distância igual a altura do isolador, se a altura do isolador exceder a 0,50 m ou a uma distância de 0,50 m, se a altura do isolador não exceder a 0,50 m.

Arranjos alternativos de ensaios podem ser utilizados, desde que assegurem representem as condições de uso.

5.7.10.6. Calibração do Circuito de Ensaio

A calibração do circuito deve ser realizada substituindo-se o dispositivo fusível por um elemento (A), de impedância desprezível comparada com a do circuito de ensaio, como mostrado nos Anexos 7.3. e 7.4. desta Especificação. O circuito deve ser ajustado para fornecer a corrente presumida especificada. Esta deve ser verificada por um oscilógrafo registrador.

5.7.10.7. Método de Ensaio

Para a execução do método de ensaio as seguintes providências deverão ser tomadas:

- a) o elemento A deve ser removido e substituído pelo dispositivo fusível ou fusível (B) sob ensaio, conforme Anexos 7.3. 7.4. desta Especificação;
- b) a chave de fechamento (E) deve ser fechada em um instante tal que forneça as condições especificadas no Anexo 7.10. desta Especificação;
- c) após a operação da chave fusível a tensão de ensaio deve ser mantida durante 0,5 s. Durante este período, a frequência da fonte de tensão pode ser menor do que o valor mínimo especificado.

5.7.10.8. Interpretação dos Oscilogramas

- a) para todas as séries, a corrente de interrupção presumida deve ser o valor eficaz da corrente simétrica, medida aproximadamente no fim do tempo de pré-arco (tempo de fusão), conforme mostrado no Anexo 7.6. desta Especificação;
- b) o valor de tensão de restabelecimento de frequência industrial é obtido através do valor medido entre a crista da segunda meia-onda não afetada e a linha reta traçada entre as cristas das meias-ondas anterior e posterior, conforme o Anexo 7.6. desta Especificação;
- c) o tempo de arco é medido entre o final do período de pré-arco e a interrupção completa da corrente, conforme o Anexo 7.6. desta Especificação.

5.7.10.9. Parâmetros a Serem Usados para os Ensaios

Os parâmetros a serem usados nos ensaios são os especificados nos Anexos 7.10. e 7.11. desta Especificação.

5.7.10.10. Resultados dos Ensaios de Interrupção

Durante e após os ensaios, os dispositivos fusíveis devem atender às condições descritas no subitem 5.8. desta Especificação, destacando-se:

- a) durante qualquer das aplicações de curto-circuito não deve ser constatada qualquer ocorrência que possa pôr em risco, nas condições típicas de uso de chaves fusíveis, operadores ou vizinhanças;
- b) após cada interrupção, o porta-fusível deve deslocar-se e permanecer na condição de repouso (aberta), não sendo permitido o arremesso do porta fusível para fora do suporte inferior da base;
- c) os tempos de arco e de fusão obtidos para cada valor de corrente dos grupos de ensaios de interrupção 1 a 5 devem estar de acordo com o especificado na NBR 5359. Como referência inicial, utilizar valores iguais aos dos elos K e T para as séries de ensaios 1 a 3.

Para a série 4, utilizar 80 ms, para a série 5, 150 ms.

5.7.11. Análise Química da Liga de Cobre

Deve ser executada de acordo com a NBR 6366.

A chave é aprovada no ensaio se os resultados obtidos estiverem de acordo com o subinciso 5.5.2.7. desta Especificação.

5.7.12. Choques Térmicos

A chave fusível deve ser submetida à seguinte seqüência de ensaios:

- a) imergir a base em água a uma temperatura de 70°C acima daquela do banho frio utilizado no semiciclo seguinte deste ensaio, devendo permanecer imersa em cada um destes banhos por 15 min.;
- b) após completado o tempo de imersão em água quente, a base deve ser passada rapidamente para água fria, onde deve permanecer pelo mesmo tempo. Este ciclo de aquecimento e resfriamento deve ser repetido três vezes sucessivamente. O tempo de transferência de um tanque para outro não deve exceder 15 s;
- c) após o terceiro ciclo, a chave deve ser instalada a uma altura mínima de 4 m do solo e operada quinze vezes com vara de manobra;
- d) submeter a chave ao ensaio de tensão suportável de frequência nominal a seco, conforme o inciso 5.7.5. desta Especificação.

A chave fusível é considerada aprovada se suportar a seqüência de ensaios citada acima, sem apresentar trincas nos isoladores, quaisquer alterações nas ferragens, parafusos, contatos, molas e se não ocorrer descarga disruptiva no ensaio de tensão suportável de frequência nominal a seco. A vedação do isolador, caso este seja oco, não deve sofrer quaisquer danos e ele não deve soltar-se após a execução do ensaio.

5.7.13. Resistência Mecânica do Isolador

O isolador deve suportar, quando apoiado nas extremidades, a aplicação de uma força F no seu ponto médio, calculada pela fórmula:

$$F = \frac{130}{X}$$



onde:

F = força aplicada no ponto médio do isolador, em daN.

X = distância do ponto médio até uma das extremidades, em m (ponto de engastamento da ferragem).

A aplicação da força deve ser de acordo com a NBR 5032/5049.

O isolador é considerado aprovado no ensaio se não apresentar trincas, fissuras ou não se romper após aplicação de força.

5.7.14. Operação Mecânica

A chave fusível deve ser instalada de acordo com inciso 5.7.1. desta Especificação, devendo-se ter o cuidado de utilizar procedimentos que garantam as mesmas solicitações mecânicas ao longo de todo o ensaio.

A articulação inferior do porta-fusível ou lâmina seccionadora deve ser travada mecanicamente. Aditivamente para bases C, deve ser inserido no porta-fusível um botão de elo fusível ou um dispositivo que o simule com espessura de 4 mm. Com o circuito desenergizado a chave fusível deve:

- a) ser operada satisfatoriamente com bastão, quando instalada na condição mais desfavorável para a manobra;
- b) suportar 50 ciclos sucessivos de operação mecânica.

Durante a execução do ensaio não é permitido qualquer ajuste e após este a chave fusível é considerada aprovada se não apresentar falha em nenhuma de suas partes e se atender aos requisitos necessários.

5.7.15. Zincagem

Os ensaios para determinação da espessura, verificação da aderência e verificação da uniformidade da camada de zinco devem ser executados conforme prescrito nas NBR 7398, NBR 7399 e NBR 7400. A chave fusível é considerada aprovada no ensaio se os resultados obtidos estiverem de acordo com o subinciso 5.5.2.9. desta Especificação.

5.7.16. Absorção da Água pelo Tubo do Porta-Fusível

O ensaio deve ser executado conforme NBR 5310, para imersão por 24 h. Os resultados são considerados satisfatórios se forem atendidas as prescrições do subinciso 5.5.3.3. desta Especificação.

5.7.17. Porosidade do Isolador

O ensaio deve ser executado e seus resultados devem ser avaliados de acordo com a NBR 5032 e NBR 5049.

5.7.18. Poluição Artificial

Os ensaios são necessários para obter informações sobre o componente da isolamento externa sob condições representativas da contaminação quando em serviço. Todavia, não representam necessariamente uma condição particular de serviço.

O ensaio consiste em quatro aplicações da tensão $U_m/1,732$, sob um grau de poluição especificado, sendo U_m a tensão máxima do equipamento. A chave fusível é considerada aprovada se não ocorrer mais de uma descarga disruptiva.

Os ensaios devem ser efetuados com a chave fusível na posição fechada. O grau de poluição especificado e os métodos de ensaios estão sujeitos a acordo entre fabricante e Celesc. Estes ensaios são especificados na NBR 6936.

5.7.19. Verificação da Rigidez Dielétrica Transversal do Revestimento Externo do Tubo do Porta-Fusível

O ensaio deve ser realizado de acordo com NBR 5405. Os resultados são considerados satisfatórios se forem atendidas as prescrições do subinciso 5.5.3.3. desta Especificação.

5.7.20. Tensão Suportável Longitudinal do Revestimento Externo do Tubo do Porta-Fusível

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 5405. Os resultados são considerados satisfatórios se forem atendidas as prescrições do subinciso 5.5.3.3. desta Especificação.

5.7.21. Resistência Mecânica do Gancho e do Olhal do Porta-Fusível ou Lâmina Seccionadora

O gancho para fixação da ferramenta de abertura em carga deve ser submetido à tração

mecânica especificada no subinciso 5.5.2.5. aplicada no plano do gancho, na direção perpendicular ao eixo do isolador, de modo que os esforços não sejam transmitidos aos outros componentes da chave fusível, não devendo apresentar trincas ou deformações permanentes. Também o olhal do porta-fusível ou lâmina seccionadora, não necessariamente montado sobre ele, deve ser submetido à tração mecânica de 200 daN, aplicada no plano do olhal na direção perpendicular ao eixo do porta-fusível ou lâmina religadora, não devendo apresentar trincas ou deformações permanentes.

5.7.22. Verificação da Espessura do Prateamento

Esta verificação deve ser feita por medição com aparelhagem apropriada. A medição é dispensada caso imediatamente após o ensaio de operação mecânica, uma camada de prata permaneça nas áreas de contato.

5.7.23. Resistência à Torção dos Parafusos dos Conectores

Este ensaio deve ser executado de acordo com a NBR 5370 da ABNT.

5.7.24. Radiointerferência

Este ensaio deve ser executado conforme prescrições da NBR 7876, usando aparelhagem de ensaio conforme NBR 7875 da ABNT.

Não deve ocorrer tensão de radiointerferência de valor superior a 250 uV (300Ω), quando usadas tensões de ensaio de 9,5, 15,4 ou 23,0 kV eficaz, para chaves com T.M.O. de 15, 24,2 ou 36,2 kV, respectivamente.

1.8. Condições Padronizadas de Uso de Desempenho com Relação à Capacidade de Interrupção

Quando a chave fusível for usada em sistemas com tensão menor do que sua tensão nominal, a capacidade de interrupção, em kA, não é menor do que a capacidade de interrupção nominal.

Não foram especificados ensaios para verificar o desempenho da chave fusível na faixa de corrente abaixo daquela especificada nos ensaios de interrupção, conforme o inciso 5.7.10. desta Especificação, com relação a sua condição de suportar a corrente de qualquer combinação de tempo-corrente possível sem deterioração que o leve à operação prematura ou à falha.

1.1.1. Condições Padronizadas de Uso com Relação à Capacidade de Interrupção

As chaves fusíveis devem ser capazes de interromper corretamente qualquer valor da corrente presumida, nas condições prescritas no inciso 5.7.10. desta Especificação, independentemente da componente contínua, contanto que:

- a) a componente alternada não seja maior do que a capacidade de interrupção nominal e menor do que o valor especificado no Anexo 7.10. desta Especificação;
- b) a frequência natural e o valor de crista da tensão de restabelecimento, quando especificados, estejam dentro dos limites especificados nos Anexos 7.10. e 7.11. desta Especificação;
- c) a tensão de restabelecimento não seja maior que a especificada no Anexo 7.10. desta Especificação;
- d) a frequência esteja entre 58 Hz e 62 Hz;
- e) o fator de potência não seja menor do que o especificado no Anexo 7.10. desta Especificação.

1.1.2. Condições Padronizadas de Desempenho com Relação à Capacidade de Interrupção

De acordo com as condições indicadas no inciso 5.8.1., o desempenho da chave fusível deve atender as seguintes prescrições:

- a) não devem ocorrer descargas para a terra durante a operação, quando montado de acordo com as recomendações do fabricante;
- b) após a operação da chave fusível os seus componentes, exceto os previstos para serem substituídos após cada operação, devem estar substancialmente nas mesmas condições iniciais, exceto no que concerne à erosão interna do tubo;
- c) após a operação, a chave fusível deve ser capaz de suportar a tensão de restabelecimento à frequência industrial através dos terminais. Quando um dispositivo fusível de abertura automática opera, devem ser mantidas as propriedades dielétricas estabelecidas nesta Especificação;

Em caso de dúvidas, após os ensaios de interrupção, sobre a capacidade da chave em atender

as condições especificadas nos incisos 5.8.1 e 5.8.2. os ensaios de elevação de temperatura e dielétricos devem ser repetidos.

Devem ser obedecidas as características de máximo tempo de fusão e de arco definidas.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Documentos Recomendados

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar os seguintes documentos:

E-313.0001 - Padronização de Materiais da Distribuição - Especificação Celesc;

NBR 5032 - Isoladores de Porcelana ou Vidro para Linhas Aéreas e Subestações de Alta Tensão - Especificação;

NBR 5049 - Isoladores de Porcelana ou Vidro, para Linhas Aéreas e Subestações de Alta Tensão. Ensaio - Método de Ensaio;

NBR 5359 - Elos Fusíveis de Distribuição - Especificação;

NBR 5370 - Conectores de Cobre para Condutores Elétricos em Sistemas Elétricos de Potência - Especificação;

NBR 6323 - Produtos de Aço ou Ferro Fundido. Revestimento de Zinco por Imersão a Quente - Especificação;

NBR 7398 - Produto de Aço ou Ferro Fundido. Revestimento de Zinco por Imersão a Quente. Verificação da Aderência - Método de Ensaio;

NBR 7399 - Produto de Aço ou Ferro Fundido. Revestimento de Zinco por Imersão a Quente. Verificação da Espessura do Revestimento por Processo Não Destrutivo - Método de Ensaio;

NBR 7400 - Produto de Aço ou Ferro Fundido. Revestimento de Zinco por Imersão a Quente. Verificação da Uniformidade do Revestimento - Método de Ensaio;

NBR 6366 - Liga de Cobre. Análise Química - Método de Ensaio;

NBR 5389 - Técnicas de Ensaio Elétricos de Alta Tensão - Método de Ensaio;

NBR 5405 - Materiais Isolantes Sólidos. Determinação da Rigidez Dielétrica Sob Frequência Industrial - Método de Ensaio;

NBR 5310 - Materiais Plásticos para Fins Elétricos. Determinação da Absorção de Água - Método de Ensaio;

NBR 9527 - Rosca Métrica ISO - Procedimento;
NBR 5426 - Planos de Amostragem e Procedimento na Inspeção por Atributos - Procedimento;
NBR 6936 - Técnicas de Ensaio Elétricos de Alta Tensão - Procedimento;
NBR 6939 - Coordenação de Isolamento - Procedimento;
E-313.0002 - Estruturas para Redes Aéreas Urbanas - Especificação Celesc;
E-313-0004 - Estruturas para Redes Aéreas Rurais - Especificação Celesc;
NBR 5459 - Manobra e Proteção de Circuitos - Terminologia;
ASTM D-1535 - Color by The Munsell System.

7. ANEXOS

7.1. Prolongador

7.2. Dispositivo para Ensaio de Impacto no Suporte de Fixação da Chave

7.3. Circuito para os Ensaio de Interrupção dos Grupos 1, 2 e 3

7.4. Circuito para os Ensaio de Interrupção dos Grupos 4 e 5

7.5. Arranjo do Dispositivo Fusível para os Ensaio de Interrupção

7.6. Interpretação dos Oscilogramas dos Ensaio de Interrupção

7.7. Limites de Elevação de Temperatura Admissível/Notas

7.8. Seção dos Condutores de Cobre para os Ensaio de Elevação de Temperatura

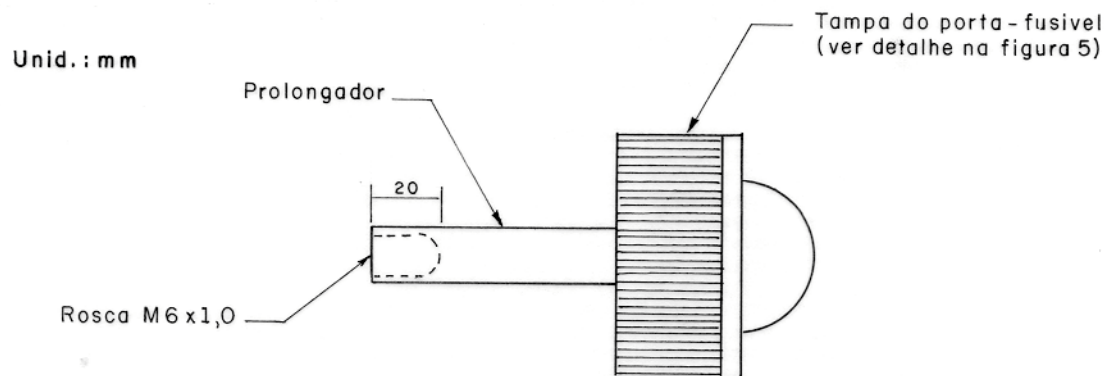
7.9. Planos de Amostragem para os Ensaio de Recebimento

7.10. Valores de Referência para os Ensaio de Capacidade de Interrupção/Notas

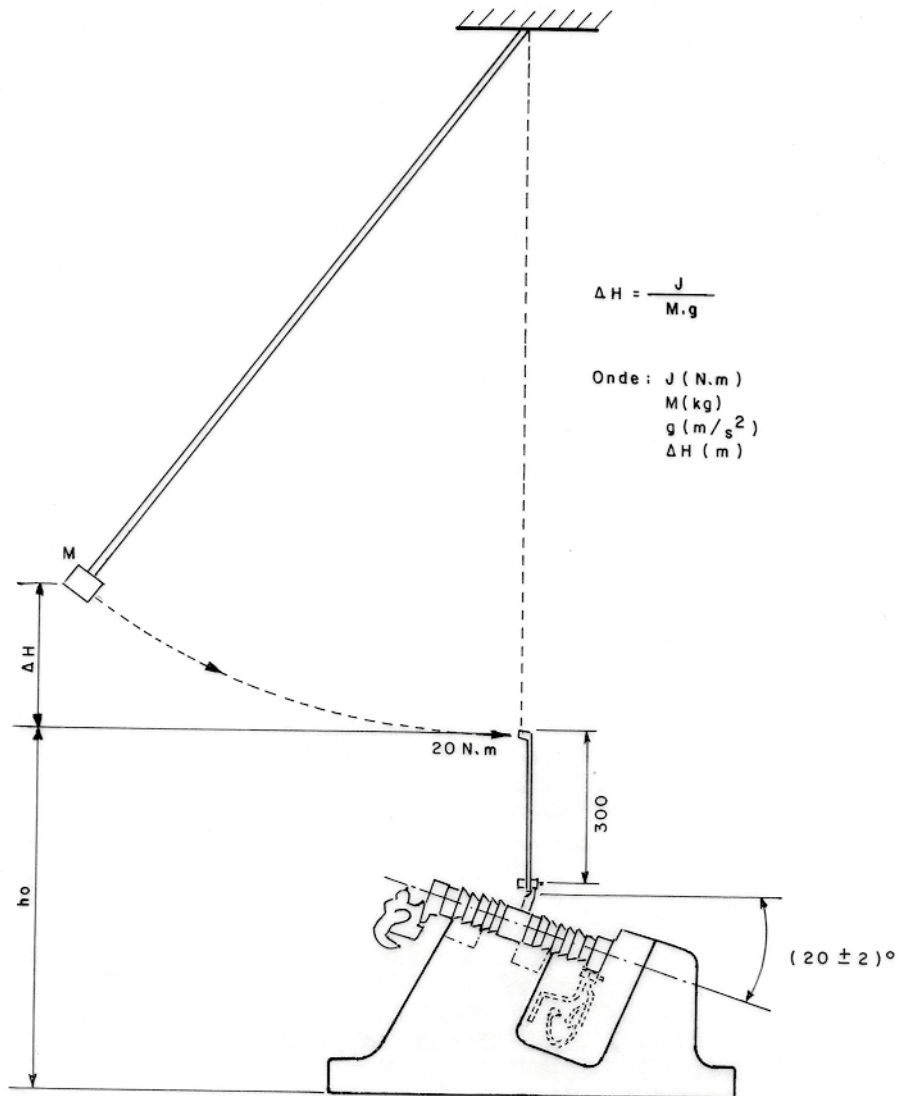
7.11. Valores de Frequência Natural de Oscilação da Tensão de Restabelecimento Transitória e dos Máximos Valores $\cos\phi$ do Circuito de Ensaio

- 7.12. Características Técnicas e Dimensionais da Chave Fusível
- 7.13. Características Técnicas e Dimensionais da Lâmina Seccionadora
- 7.14. Características Técnicas e Dimensionais do Porta-Fusível

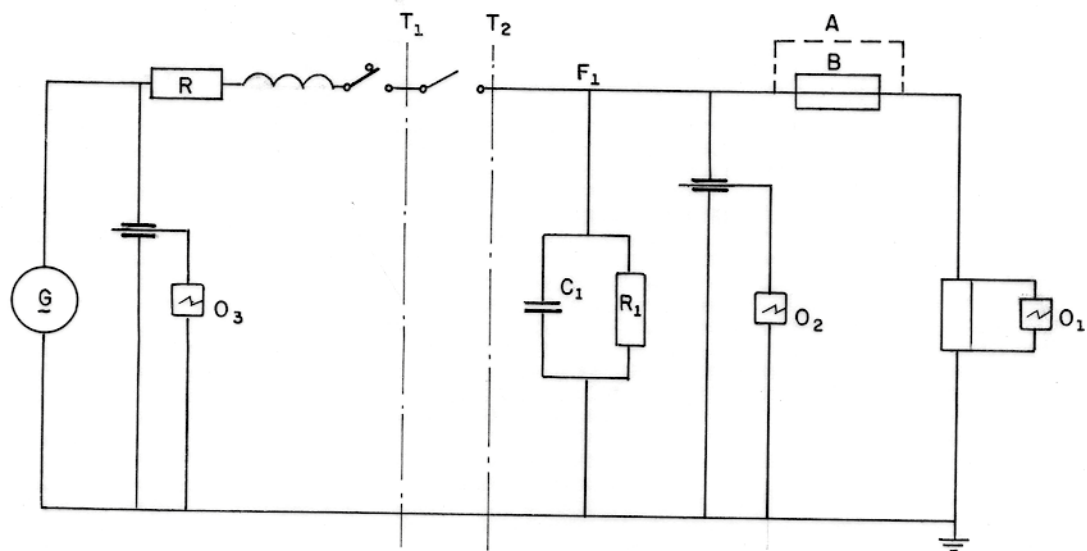
7.1. Prolongador



- Notas:**
- a) O corpo do prolongador deve ser solidário com a tampa do porta-fusível.
 - b) De acordo com o projeto de cada fabricante, o prolongador deve ser usado apenas no porta-fusível recomendado pelo fabricante

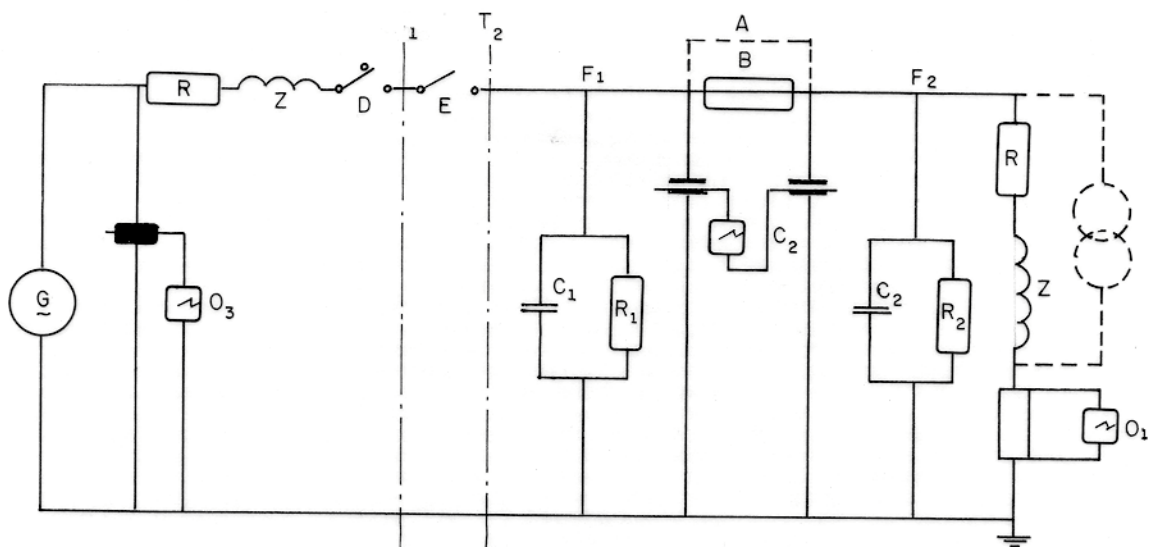
7.2. Dispositivo para Ensaio de Impacto no Suporte de Fixação da Chave

7.3. Circuito para os Ensaios de Interrupção dos Grupos 1, 2 e 3



- A - LIGAÇÃO REMOVÍVEL UTILIZADA PARA CALIBRAR O CIRCUÍTO DE ENSAIO
- B - DISPOSITIVO FUSÍVEL SOB ENSAIO
- D - DISJUNTOR DE PROTEÇÃO DE FONTE
- E - CHAVE DE FECHAMENTO
- F_1 - CONTROLE DA TENSÃO DE RESTABELECIMENTO TRANSITÓRIA DO LADO DA FONTE
- O_1 - MEDIÇÃO DA CORRENTE
- O_2 - MEDIÇÃO DA TENSÃO DE RESTABELECIMENTO
- O_3 - MEDIÇÃO DA TENSÃO DE REFERÊNCIA
- $T_1 - T_2$ - LOCALIZAÇÕES POSSÍVEIS DO TRANSFORMADOR
- Z - IMPEDÂNCIA AJUSTAÍVEL DO LADO DA FONTE
- C_1 - CAPACITORES
- R_1 - RESISTORES

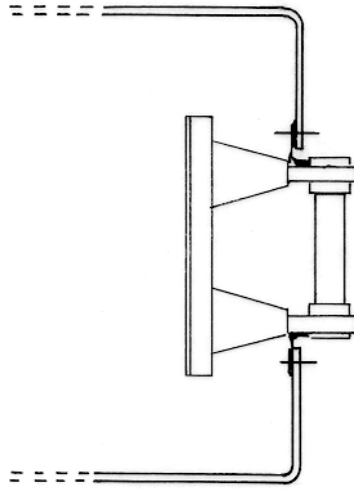
7.4. Circuito para os Ensaio de Interrupção dos Grupos 4 e 5



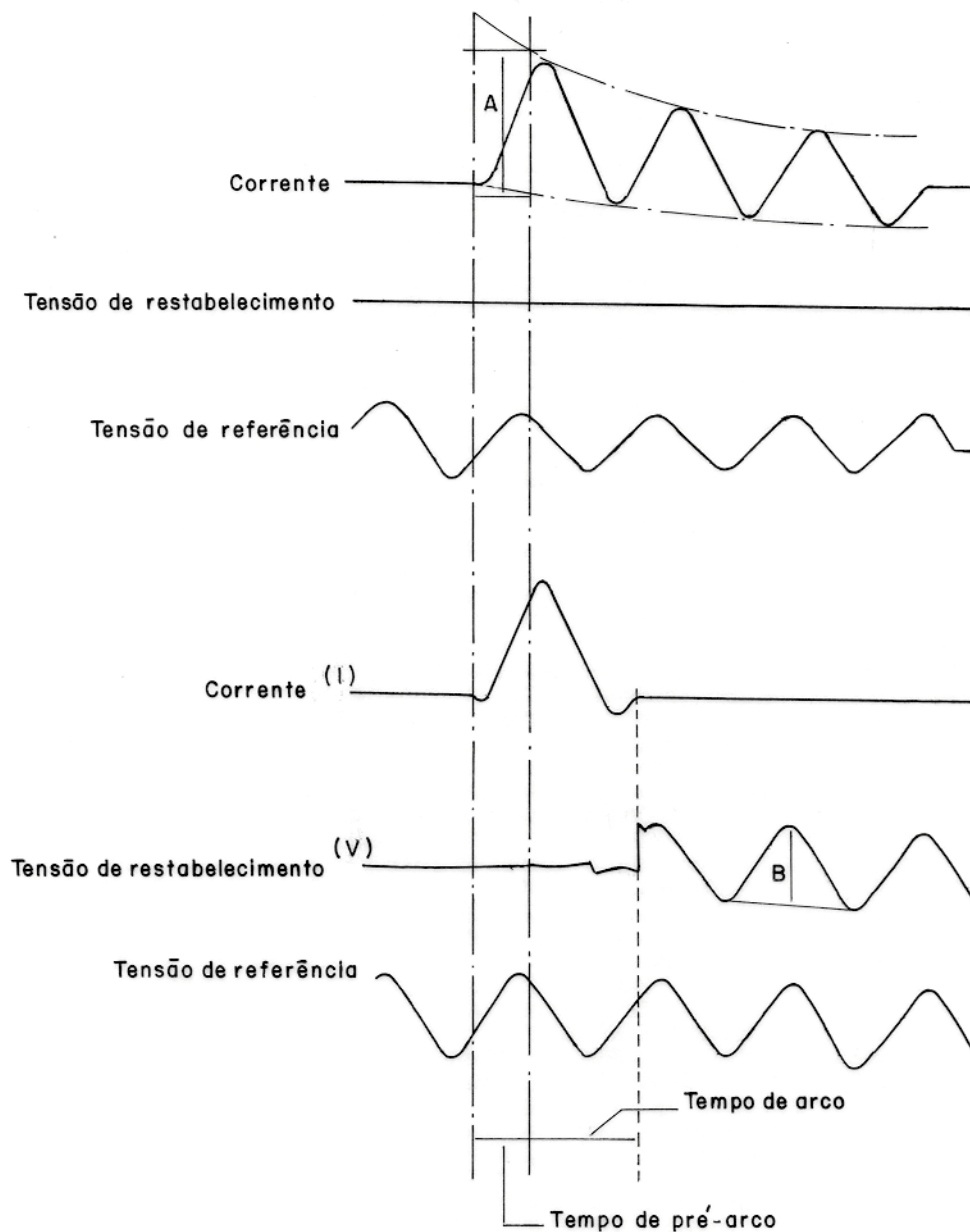
- A - LIGAÇÃO REMOVÍVEL UTILIZADA PARA CALIBRAR O CIRCUITO DE ENSAIO
- B - DISPOSITIVO FUSÍVEL SOB ENSAIO
- D - DISJUNTOR PARA PROTEÇÃO DE FONTE
- E - CHAVE DE FECHAMENTO
- F₁ - CONTROLE DA TENSÃO DE RESTABELECIMENTO TRANSITÓRIA DO LADO DA FONTE
- F₂ - CONTROLE DA TENSÃO DE RESTABELECIMENTO DO LADO DA CARGA
- O₁ - MEDIÇÃO DA CORRENTE
- O₂ - MEDIÇÃO DA TENSÃO DE RESTABELECIMENTO
- O₃ - MEDIÇÃO DA TENSÃO DE REFERÊNCIA
- T₁-T₂ LOCALIZAÇÕES POSSÍVEIS DO TRANSFORMADOR
- Z - IMPEDÂNCIA AJUSTÁVEL DO LADO DA FONTE
- Z₁ - IMPEDÂNCIA AJUSTÁVEL DO LADO DA CARGA OU TRANSFORMADOR COM OS TERMINAIS SECUNDÁRIOS CURTO - CIRCUITADOS
- C₁-C₂ CAPACITORES
- R₁-R₂ RESISTORES



7.5. Arranjo do Dispositivo Fusível para os Ensaios de Interrupção



7.6. Interpretação dos Oscilogramas dos Ensaio de Interrupção



Valor eficaz da componente alternada da corrente presumida de interrupções $I = \frac{A}{2\sqrt{2}}$

Tensão de restabelecimento $U = \frac{B}{2\sqrt{2}}$



7.7. Limites de Elevação de Temperatura Admissível/Notas

NATUREZA DO ELEMENTO (ver Notas a e i)	VALORES MÁXIMOS	
	Temperatura (°C)	Elevação de temperatura para um ambiente não excedendo 40 °C (k)
1	2	3
1. Contatos (Ver Notas b e j)		
1.1 Cobre nu ou liga de cobre nua	75	35
1.2 Prateados ou niquelados (Ver Nota c)	105	65
1.3 Estanhos (ver Nota c)	90	50
2. Conexões aparafusadas ou equiva - lentes (ver Nota d)		
2.1 Cobre nu, liga de cobre nua ou liga de alumínio nua	90	50
2.2 Prateadas ou niqueladas	115	75
2.3 Estanhadas	105	65
3. Terminais para conexão a conduto - res externos através de parafusos (ver Nota e)		
3.1 Nus	90	50
3.2 Prateados, niquelados ou estanhados	105	65
4. Outras partes condutoras de corrente	ver Notas	g, h e i
5. Partes metálicas atuando como molas	ver Nota f	(ver nota f)
6. Mat. isolantes e partes metálicas em con - tato c/ isolantes das seguintes classes (ver Notas g e h)		
- Y (p/materiais não impregnados)	90	50
- A	105	65
- E	120	80
- B	130	90
- F	155	115
- H	180	140

Notas

- a) segundo a sua função, a mesma parte pode pertencer a diversas categorias listadas nesta tabela. Neste caso, os valores máximos permissíveis de temperatura e de elevação de temperatura a serem considerados são os menores entre as categorias correspondentes;
- b) quando partes de contato têm revestimentos diferentes, as temperaturas e as elevações de temperatura permissíveis devem ser aquelas da parte que têm o menor valor permitido nesta tabela;
- c) a qualidade do revestimento dos contatos deve ser tal que uma camada de material de revestimento permaneça na área de contato após os seguintes ensaios:

- ensaio de interrupção;

- ensaio de resistência mecânica

Caso contrário, os contatos devem ser considerados nus;

- d) quando as partes de conexão têm diferentes revestimentos, as temperaturas e elevações de temperatura permissíveis devem ser aquelas da parte que tem o maior valor permitido nesta tabela;
- e) os valores de temperatura e de elevação de temperatura são válidos ainda que o condutor conectado aos terminais seja nu;
- f) a temperatura não deve alcançar um valor que comprometa as propriedades físicas do material;
- g) as classes de material isolante são as da Norma NBR 7034;
- h) na determinação das temperaturas dos materiais isolantes deve ser considerado que diversas partes dos elos fusíveis têm contato direto ou com seus tubinhos protetores ou com as partes internas do porta-fusível. Onde aplicável considera-se como temperatura do material isolante aquela da parte condutora vizinha. A título de referência, materiais como fibra vulcanizada (classe A), laminados à base de papel impregnados com resina fenólica (classe E), laminados de fibra de vidro (classe B) são utilizados respectivamente no revestimento interno do porta-fusível, no tubo protetor do elo fusível ou no tubo do porta-fusível;

- i) as temperaturas das partes condutoras não devem atingir valores que alterem as propriedades elásticas ou elétricas do material;
- j) se forem utilizados outros materiais tais como níquel, cádmio, etc., as propriedades destes materiais devem ser levadas em consideração.



7.8. Seção dos Condutores de Cobre para os Ensaios de Elevação de Temperatura

Corrente nominal do porta-fusível (A)	Seção dos condutores (mm ²)	
	Classe 1	Classe 2
$I_n \leq 50$	De 35 a 50	16
$50 < I_n \leq 100$	De 120 a 150	50
$100 < I_n \leq 200$	De 120 a 150	120
$200 < I_n \leq 400$	De 240 a 300	-



7.9. Planos de Amostragem para os Ensaios de Recebimento

Tamanho do lote	Inspeção geral				Verificação dimensional e tensão suportável de frequência industrial a seco				Medição da resistência Ôhmica, zincagem e resistência mecânica do gancho e olhal			
	Amostragem dupla, nível I, NQA 2,5 %				Amostragem dupla, nível I, NQA 1,0 %				Amostragem dupla, nível S 4, NQA 1,5 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho			Sequência	Tamanho			Sequência	Tamanho		
Até 150	-	5	0	1	-	13	0	1	-	8	0	1
151 a 500	1º	13	0	2	-	13	0	1	-	8	0	1
	2º	13	1	2								
501 a 1200	1º	20	0	3	1º	32	0	2	1º	20	0	2
	2º	20	3	4	2º	32	1	2	2º	20	1	2
1201 a 3200	1º	32	1	4	1º	32	0	2	1º	20	0	2
	2º	32	4	5	2º	32	1	2	2º	20	1	2



7.10. Valores de Referência para os Ensaios de Capacidade de Interrupção/Notas

PARÂMETROS	GRUPOS DE ENSAIOS									
	Grupo 1 (Nota 1)		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Grupo 5	
Tensão de restabelecimento de frequência industrial	Tensão nominal (tolerância de + 5% - 2%)									
Frequência natural da tensão do restabelecimento transi- tória (Ver nota c)	Ver Tabela 6								Não aplicável	
Fator de amplitude (Ver nota c)	de 1,3 a 1,5						1,6 a 1,7			
Corrente presumida simé- trica (valor eficaz)	1(tolerância) de + 5% - 0%	De 0.7.1 a 0.8.1		De 0.2.1 a 0.3.1 (Nota d)		De 400 A a 500 A (Ver Notas a/b)		De 2,7in a 3,3 in com o mínimo de 15A (Respeitada a nota a)		
Fator de potência	Ver Tabela 6								0,6 a 0,8	
Ângulo de fechamento rela- tivo ao zero da tensão (em graus)	1º ensaio - 5 a + 15 2º ensaio: 85 a 105 3º ensaio: 130 a 150				Para todos os ensaios 85 a 105		1º ensaio 20 a 30 2º ensaio 60 a 70		indiferente	
Corrente nominal do elo fu- sível (in) (notas f, g e h)	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Mín.		
Número de ensaios	3	3	3	3	1	1	2	2		
Número de elos fusíveis ensai- ados p/cada porta-fusível	3	3	3	3	2		4			
Número de porta-fusíveis	1	1	1	1	1		1			
Número máximo de bases (nota e)	1	1	1	1	1		1			

Notas

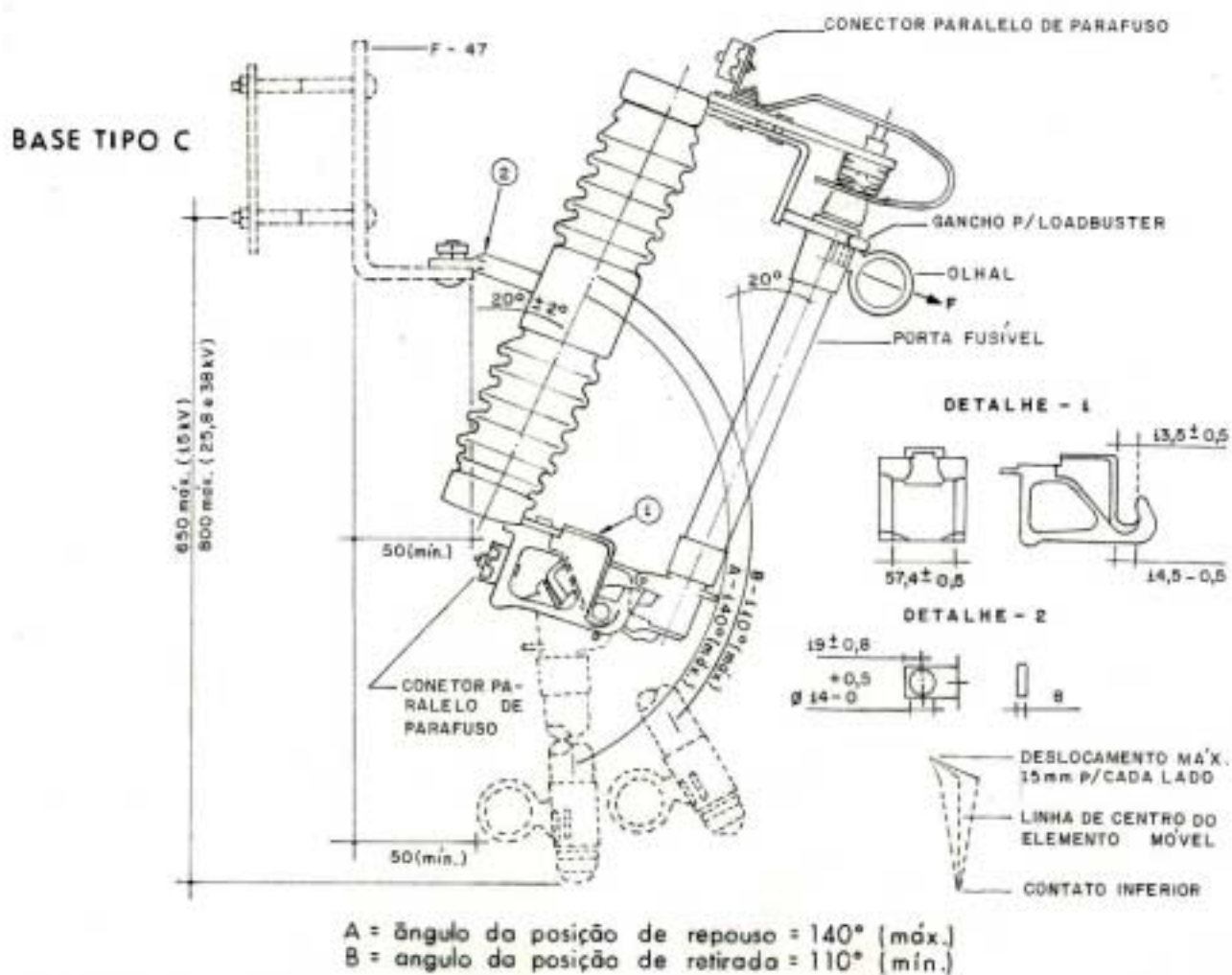
- a) se o tempo de interrupção for apreciavelmente maior que 2 s, o ensaio deve ser feito com uma corrente que forneça um tempo de interrupção de aproximadamente 2 s.
- b) se esses valores forem menores do que os do grupo 5, os ensaios do grupo 5 não são necessários.
- c) em condições normais de serviço é esperado que os valores de frequência natural e do fator de amplitude não excedam os valores especificados nos Anexos 7.10. e 7.11. desta Especificação. Porém os valores da frequência natural e do fator de amplitude podem exceder os da tabela, como por exemplo, no caso de dispositivos fusíveis próximos de transformadores com potência elevada quando não existir a condição de paralelismo. Nestes casos o fabricante deve ser consultado.
- d) o grupo de ensaios 3 não necessita ser realizado quando a chave fusível tiver capacidade de interrupção simétrica menor ou igual a 2800 Aef.
- e) o número total de bases utilizado deve ser indicado no relatório de ensaios.
- f) o elo de mínima corrente nominal é do tipo 6K para porta-fusíveis de 50 a 100 A e 140 K para porta-fusíveis de 200 A.
- g) para chaves fusíveis de distribuição com capacidade de interrupção até 1400 A, o elo de mínima corrente nominal é do tipo 2H.



7.11. Valores de Frequência Natural de Oscilação da Tensão de Restabelecimento Transitória e dos Máximos Valores $\cos(\varnothing)$ do Circuito de Ensaio

Tensão máxima do equipamento (kVef)	Capacidade de interrupção (kAef) simétrica	Frequência natural de oscilação (kHz +10 % - 0 %)		Valores máximos de $\cos \varnothing$	
		grupos de ensaios 1 a 3	grupos de ensaios 4	grupos de ensaios 1 a 3	grupos de ensaios 4
7,2	1,0 a 10,0 11,2 a 16,0	3,3	31	0,12 0,08	0,60
15,0	1,0 a 7,1 10,6 a 13,2	2,3	24	0,12 0,08	0,50
24,2	1,0 a 2,5 4,0 a 8,0	1,7	15	0,12 0,08	0,40
36,2	1,3 a 5,0	1,5	10	0,07	0,3

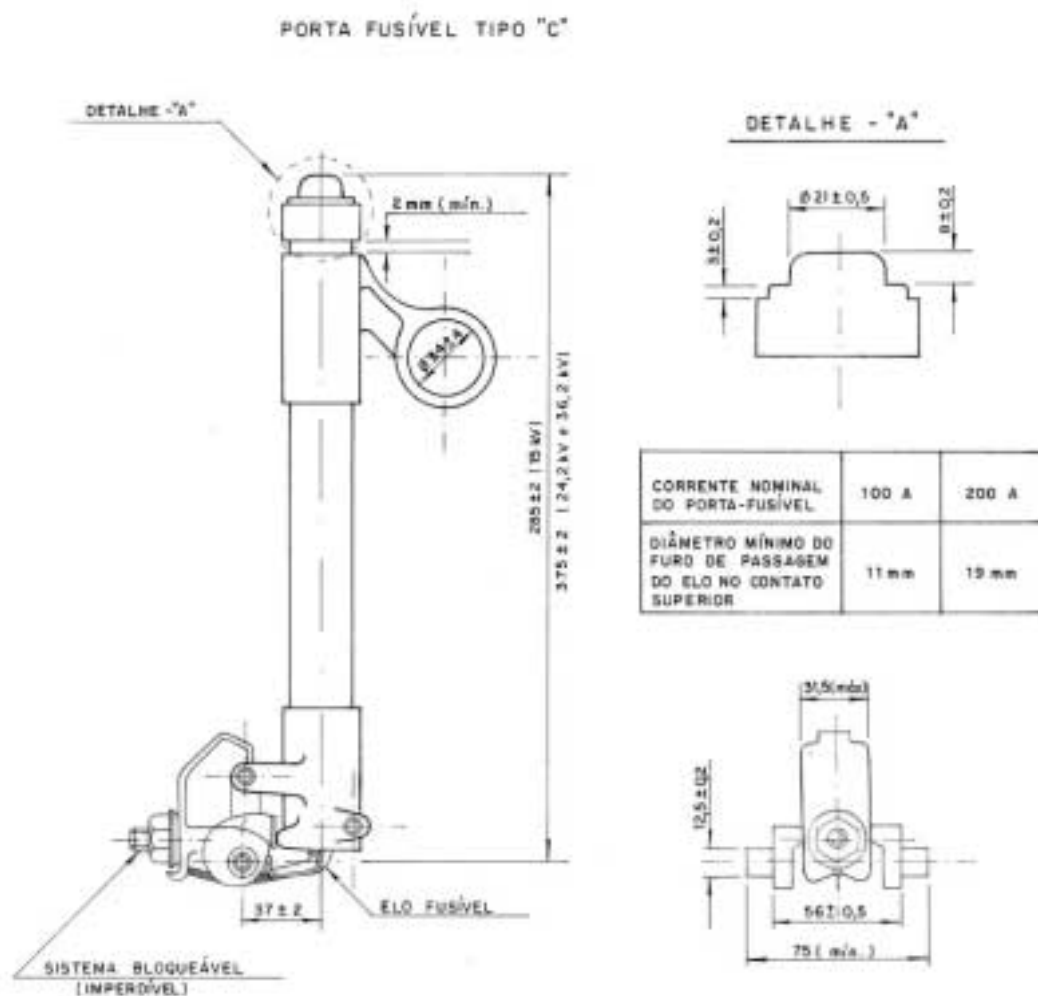
7.12. Características Técnicas e Dimensionais da Chave Fusível



OBS: Qualquer alteração nas partes não cotadas serão admitidos desde que as características sejam mantidas.

BASE		PORTA FUSÍVEL			TENSÃO SUPORTÁVEL NOMINAL (kV)				Código CELESC
Tensão Nominal da Rede (kV)	Corrente Nominal (A)	Corrente Nominal (A)	Capacidade de Interrupção		Impulso Atmosférico		Freq. Industrial sob Chuva		
			Simétrica	Assimétrica	a terra e entre pólos	entre contatos abertos	a terra e entre pólos	entre contatos abertos	
13,8/24,2	300	100	4500	6300	125	140	34	38	7753
13,8/24,2	300	200	4500	6300	125	140	34	38	23762
34.5	300	100	3500	5000	150	165	50	55	7740

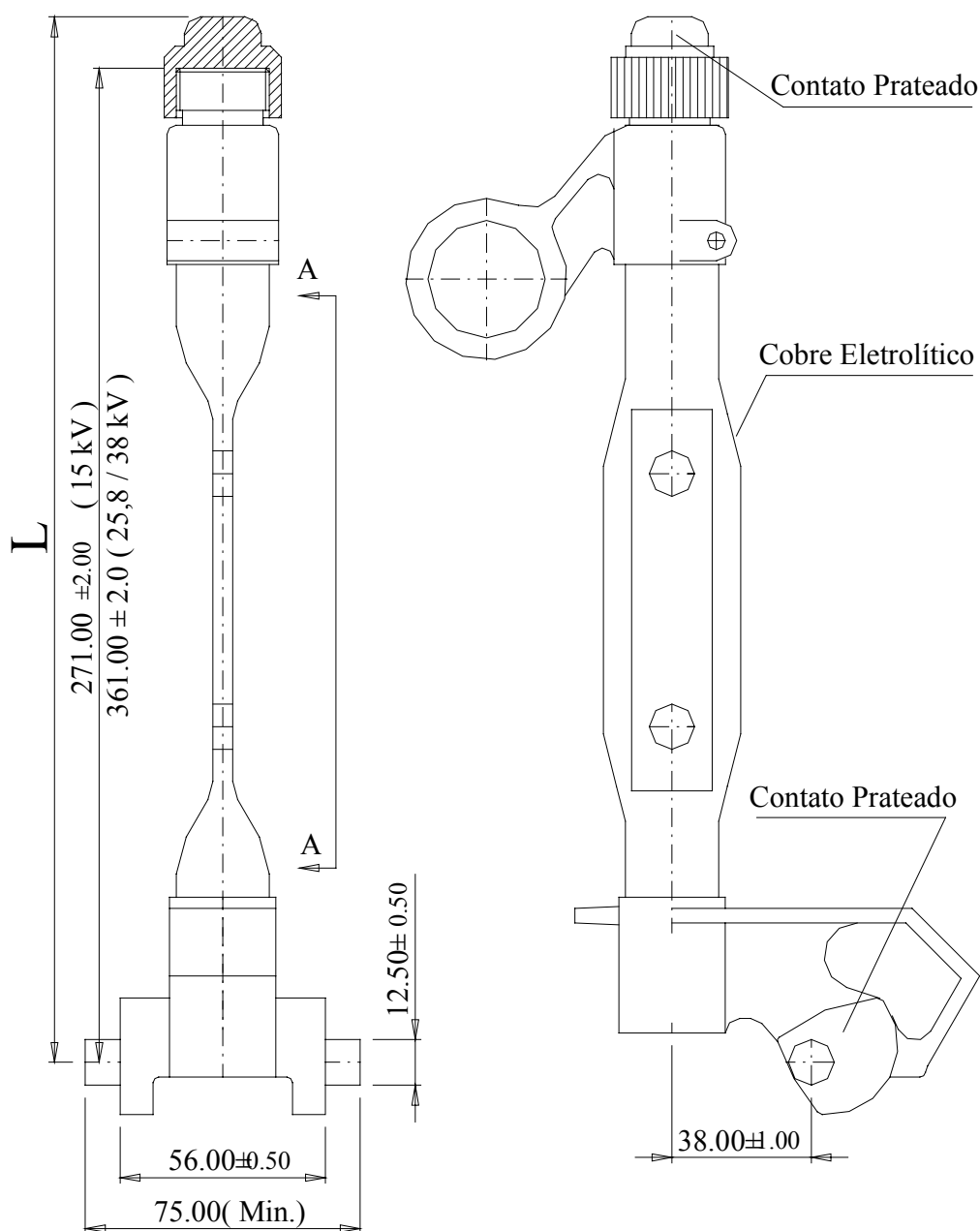
7.13. Características Técnicas e Dimensionais do Porta-Fusível



Tensão Nominal da Rede (kV)	Corrente Nominal (A)	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico (kV)	Capacidade de Interrupção		Dimensão "L" (mm)	Código CELESC
			Simétrica	Assimétrica		
13,8*	100	110	7100	10000	285 ± 2	7800
13,8*	200	110	7100	10000	285 ± 2	7805
24,2	100	150	4500	6300	375 ± 2	7801
24,2	200	150	4500	6300	375 ± 2	23761
34,5	100	170	3500	5000	375 ± 2	16179

* Os porta-fusíveis com dimensional para a tensão nominal de 13,8 kV, quando adquiridos, serão para instalação em chaves do padrão antigo, já em uso na rede. Para novas instalações e manutenção das chaves-fusíveis do novo padrão, devem ser utilizados os cartuchos de 24,2 kV padronizados.

7.14. Características Técnicas e Dimensionais da Lâmina Seccionadora



TENSAO MAXIMA DE OPERACAO (kV)	L	CORRENTE NOMINAL (A)	CÓDIGO CELESC
15.0	285.0 ± 2.0	300	19475
25.8 / 38.0	375.0 ± 2.0		19474

Nota: A lâmina padronizada com tensão máxima de operação de 15 kV só deve ser adquirida para utilização nas chaves fusíveis, do padrão antigo, já instaladas no sistema da CELESC que possuem isolamento para classe 15 kV. Atualmente o padrão estabelece chaves com isolamento classe 25 kV para redes com tensão nominal de 13,8 kV.

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0015	ELOS FUSÍVEIS DE DISTRIBUIÇÃO	1/33

1. FINALIDADE

Fixar as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de elos fusíveis de distribuição, intercambiáveis, para as tensões de 13,8 kV, 23,1 kV e 34,5 kV, frequência de 60Hz, aplicáveis em proteção de redes de distribuição primária aérea da Celesc Distribuição S.A., denominada Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, às Agências Regionais, Administração Central, aos fabricantes e fornecedores de elos fusíveis, empreiteiras e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Na aplicação desta Especificação pode ser necessário consultar as normas apresentadas a seguir:

- a) ABNT NBR 7282 – Dispositivos fusíveis de alta tensão – Dispositivos tipo expulsão – Requisitos e métodos de ensaio;
- b) ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimentos.

4. CONCEITOS BÁSICOS**4.1. Corrente Nominal de um Elo Fusível**

Valor nominal da corrente eficaz para o qual o elo fusível é projetado e pelo qual é designado, e que, quando montado na chave fusível de menor corrente nominal no qual é utilizável, é capaz de conduzir esta corrente indefinidamente, sem que as elevações de temperatura excedam os



valores especificados.

4.2. Valores Preferenciais das Correntes Nominais

Série principal de valores nominais estabelecida para um mesmo tipo de elos fusíveis eletricamente intercambiáveis, entre cujos valores nominais adjacentes se obtém coordenação, dentro de limites especificados.

4.3. Valores Intermediários não Preferenciais das Correntes Nominais

Série intermediária de valores nominais estabelecida para um mesmo tipo de elos fusíveis de distribuição intercambiáveis, intercalados entre os principais.

4.4. Intercambiabilidade de Elos Fusíveis

Compatibilidade de dimensões e características tempo x corrente de pré-arco entre diferentes fabricantes de elos fusíveis, permitindo o uso de tais elos fusíveis em porta-fusíveis de diferentes fabricantes, sem alteração significativa das características tempo x corrente de pré-arco.

Nota: O desempenho de proteção provido pela combinação do elo fusível selecionado com o porta-fusível selecionado só pode ser assegurado pelo ensaio desta combinação específica.

4.5. Coordenação (Entre Elos Fusíveis Ligados em Série)

Condição que se obtém quando, no caso de um curto circuito ou sobrecarga excessiva, somente opera o elo fusível mais próximo à montante do ponto de defeito (elo fusível protetor), sem afetar os demais (elos fusíveis protegidos).

A coordenação é considerada satisfatória quando o tempo de interrupção do elo fusível protetor não excede 75% do menor tempo de fusão de um elo fusível protegido.

4.6. Relação de Rapidez de um Elo Fusível

Relação entre os valores de corrente mínima de fusão a 0,1 e a 300 segundos, para valores nominais de até 100 A, ou 600 segundos para valores acima de 100 A.



4.7. Tempo de Pré-Arco ou Tempo de Fusão

Intervalo de tempo entre o instante em que a corrente atinge valor suficiente para fundir o elemento fusível e o instante em que se inicia o arco.

4.8. Tempo de Arco

Intervalo de tempo entre o instante em que se inicia o arco e o instante da extinção final do arco.

4.9. Tempo de Operação

Tempo total de interrupção que é a soma do tempo de fusão com o tempo de arco.

4.10. Prolongador

Dispositivo utilizado para aumentar a distância entre a tampa do porta-fusível e o início do elo fusível.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto a eventuais alterações.

5.1. Condições Normais de Serviço

Os elos fusíveis deverão ser previstos para serem instalados em porta-fusível e nas condições normais de serviço descritas na E-313.0014 - Chaves Fusíveis de Distribuição.

5.2. Tipos de Elos Fusíveis de Distribuição

Os elos fusíveis são designados pelos tipos H, K e T, como indicados nos incisos a seguir:

5.2.1. Elos Tipo H

Elos fusíveis de alto surto, com alta temporização para correntes elevadas.



5.2.2. Elos Tipo K

Elos fusíveis rápidos, tendo relação de rapidez variando entre 6 (para elo fusível de corrente nominal 6 A) e 8,1 (para elo fusível de corrente nominal 200 A).

5.2.3. Elos Tipo T

Elos fusíveis lentos, tendo relação de rapidez variando entre 10 (para elo fusível de corrente nominal 6 A) e 13 (para elo fusível de corrente nominal 200 A).

Os termos rápido e lento são usados apenas para indicar a rapidez relativa entre os elos fusíveis K e T.

5.3. Identificação e Acondicionamento

5.3.1. Identificação do Elo

Cada elo fusível deverá ser identificado e marcado no botão (para elos tipo botão), de forma legível e indelével, com no mínimo as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) corrente nominal em ampères (A), seguida por uma das seguintes letras H, K ou T.

5.3.2. Identificação da Embalagem Individual

A embalagem individual dos elos fusíveis deverá ser de saco plástico e trazer no mínimo as seguintes indicações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) número de catálogo do fabricante;
- c) corrente nominal em ampères (A), seguida por uma das letras H, K ou T;
- d) comprimento do elo fusível em milímetros.



5.3.3. Identificação da Embalagem Final

A embalagem final para transporte deverá conter as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) destinatário (Celesc D) e local de entrega;
- c) nome do produto contido na embalagem;
- d) número de peças;
- e) massa bruta e líquida, em kg;
- f) número do Pedido de Compra;
- g) Código Celesc D do Material.

5.3.4. Acondicionamento

Em caixas de papelão contendo uma quantidade suficiente que permita o fácil manuseio, e paletização conforme a Especificação E-141.0001 - Padrão de Embalagens.

5.4. Homologação dos Elos Fusíveis

Para fornecimento o fabricante deve possuir o Certificado de Homologação de Produto – CHP, emitido conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos.

5.5. Informações a Serem Fornecidas pelo Fabricante

Por ocasião dos ensaios de rotina, o fabricante deverá fornecer as curvas características de fusão tempo x corrente, conforme descrito no inciso 5.7.3.

5.6. Material

O fabricante deverá garantir que o elo fusível seja constituído de tal forma que suas



características elétricas e mecânicas não sejam alteradas em condições normais de uso.

- 5.6.1. A cordoalha e o botão do elo fusível devem ser em cobre eletrolítico, com condutividade mínima de 97% IACS, a 20°C, admitindo-se, que para qualquer amostra, uma redução de até 2% IACS, a 20°C, para aquele valor.
- 5.6.2. É vedada a utilização de materiais ferrosos nas demais partes condutoras de corrente (arruela etc.).
- 5.6.3. O botão, a cordoalha, a arruela e os contatos em geral devem ser estanhados ou prateados, não sendo admitida cromagem, niquelagem ou cadmiagem.
- 5.6.4. O elemento fusível deve ser de liga de estanho ou material equivalente, cujas propriedades físicas e químicas não se alteram pela passagem de corrente inferior à mínima de fusão, pelo ambiente ou ao longo do tempo.
- 5.6.5. O tubo protetor deve ser conforme especificação E-313.0014 – Chaves fusíveis de Distribuição.

5.7. Características Específicas

5.7.1. Corrente Nominal

5.7.1.1. Elos Fusíveis Tipo H

As correntes nominais padronizadas para os elos fusíveis de distribuição tipo H são 0,5 A; 1 A; 2 A, 3 A e 5 A.

5.7.1.2. Elos Fusíveis Tipo K e T

As correntes padronizadas para os elos fusíveis de distribuição tipo K e T são as seguintes:

- a) grupo A ou preferenciais: 6 A, 10 A, 15 A, 25 A, 40 A, 65 A, 100 A, 140 A e 200 A;
- b) grupo B ou não preferenciais: 8 A, 12 A, 20 A, 30 A, 50 A e 80 A.

A coordenação entre elos fusíveis de valores intermediários não preferenciais adjacentes é igual a dos elos fusíveis de valores nominais preferenciais.



Não há porém, coordenação entre elos fusíveis de valores intermediários não preferenciais, adjacentes a elos fusíveis de valores nominais preferenciais.

5.7.2. Elevação de Temperatura

Os elos fusíveis deverão ser capazes de conduzir continuamente sua corrente nominal nas condições de ensaio da NBR 7282, complementado pelo item ensaio de elevação de temperatura, sem que a elevação de temperatura de suas partes exceda os valores especificados na NBR 7282.

5.7.3. Características Tempo x Corrente

5.7.3.1. Características de Fusão Tempo x Corrente

As características de fusão tempo x corrente dos elos fusíveis deverão estar de acordo com as tabelas dos Anexos 7.1., 7.2. e 7.3. e as figuras dos Anexos 7.4., 7.5., 7.6., 7.7. e 7.8.

A característica mínima de fusão tempo x corrente fornecida pelo fabricante, adicionada da tolerância total de fabricação, deverá corresponder à característica máxima de fusão tempo x corrente. A tolerância total de fabricação deverá ser menor ou igual a 20%.

As curvas características dos elos fusíveis não deverão variar com o esforço mecânico a que são submetidos quando instalados nas chaves fusíveis.

5.7.3.2. Características de Fusão Tempo x Corrente Após Envelhecimento e em Função da Carga Mecânica

Os elos fusíveis, quando ensaiados conforme estabelece o subitem 5.15., não devem apresentar alteração de suas características de fusão tempo x corrente estabelecidas nas curvas dos fabricantes.

5.7.4. Resistência Elétrica dos Elos Fusíveis

A resistência elétrica do elo fusível deverá variar no máximo $\pm 7,5\%$ da resistência média do lote sob inspeção.

Nenhum elo deverá apresentar resistência ôhmica fora dos limites de $\pm 10\%$ em relação à resistência de um resistor padrão de comparação a ser preparado pelo fabricante para cada valor de corrente nominal e de tipo de elo fusível.



5.7.5. Características Mecânicas

Os elos fusíveis, à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C, deverão resistir a um esforço mínimo de tração de 10 daN, sem prejuízo das propriedades mecânicas e elétricas de suas partes.

Na construção do elo fusível poderá ser empregado um fio de reforço em paralelo com o elemento fusível, para aliviá-lo dos esforços mecânicos exigidos, sem que o mesmo altere as características elétricas do elo.

Os elos fusíveis quando instalados nas chaves fusíveis para as quais foram projetados, deverão suportar 20 operações sucessivas de abertura e fechamento sem apresentar danos visíveis, tais como ruptura, alongamento de componentes ou enfraquecimento ou escorregamento nas conexões.

Nos elos fusíveis de corrente nominal menor ou igual a 100 A, o elemento fusível deverá ser protegido por um tubo de material isolante. Este tubo deverá ser revestido internamente por fibra vulcanizada.

As cordoalhas deverão atender as seguintes condições:

- a) não ter falhas na estanhagem;
- b) não ter fios soltos ou quebrados;
- c) não estar desfiada ou mal torcida;
- d) ter a extremidade soldada ou ter um sistema de fixação que evite o esgarçamento da cordoalha;
- e) serem flexíveis.

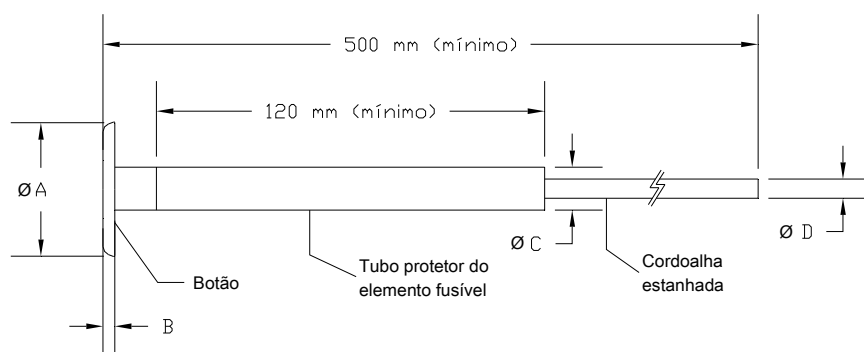
O elo fusível deverá atender as seguintes condições:

- a) ter o elemento fusível bem fixado no corpo do botão e na luva que o prende à cordoalha;
- b) nos elos desprovidos de mola de separação o tubo isolante deverá estar preso por pressão no corpo do botão;



- c) nas condições em que seja necessário o uso de prolongador, face ao nível de corrente a ser interrompida, o botão do elo fusível deverá ser substituído por um terminal com rosca na extremidade, que possibilite a instalação do prolongador. Neste caso, deverá ser especificado na encomenda que o elo fusível será utilizado com prolongador.

5.7.6. Características Dimensionais



Corrente Nominal do Elo Fusível (A)	ØA (mm)	B (mm)	ØC máximo (mm)	Ø D (mm)
0,5 a 50 ⁽¹⁾	19,0 ± 0,3	Mín.=2,0 Máx.=4,0	7,8	Mín.=2,5 Máx.=5,0
65 a 100	19,0 ± 0,3	Mín.=2,0 Máx.=4,0	10,0	Máx.=8,0
140 a 200	25,0 ± 0,4	Mín.=2,0 Máx.=4,0	18,0 ⁽²⁾	Máx.=9,5

Notas:

1 – Os elos de 0,5 a 50 A podem usar arruela com diâmetro externo de 19 ± 0,3 mm.

2 – Acima de 100 A não é obrigatório o uso de tubos protetores de material isolante.

5.7.7. Característica de Interrupção

Os elos fusíveis quando ensaiados de acordo com o subitem 5.16., devem atender os requisitos da NBR 7282 quanto à capacidade de interrupção.

5.8. Inspeção

Os ensaios de recebimento deverão ser realizados nas instalações do fabricante, devendo o mesmo proporcionar todas as facilidades para o acompanhamento dos ensaios pelo inspetor da Celesc D, exceto nos casos em que a Celesc D opte por ensaiar/inspecionar em seu próprio laboratório, quando o fabricante deverá fornecer as peças sobressalentes para os ensaios



destrutivos, de acordo com os critérios de amostragem.

A Fornecedoradora deverá avisar quando o material estiver pronto para inspeção, por escrito, conforme formulário de solicitação de inspeção, que pode ser encontrado no seguinte endereço: <http://site.celesc.com.br/fornecedores/inspecao-e-qualidade> e enviar, preferencialmente para o *e-mail*: dvcq@celesc.com.br, ou fax (48) 3279-3069, à Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ, sita à BR 101, km 215 – Palhoça/SC, com antecedência de 15 dias da data de disponibilização do material para inspeção em fábrica no Brasil, e de 30 dias para inspeção no exterior. Após a confirmação da data de início da inspeção, o cancelamento da mesma, realizado por parte da solicitante em prazo inferior a 5 dias úteis, sujeitará o fornecedor ao pagamento das despesas atinentes à reprogramação de viagem, sendo considerado tal fato como chamada improdutiva. A inspeção em fábrica deverá ser feita em lote completo por datas de entrega. Lotes parciais poderão ser inspecionados desde que seja de interesse mútuo da Celesc Distribuição S.A. e da fornecedora. O material só poderá ser embarcado após a emissão do Boletim de Inspeção de Material – BIM, com aprovação, ou Autorização de Entrega, emitida por *e-mail* ou fax, pela Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ, da Celesc Distribuição S.A. O material despachado desacompanhado do documento citado não será recebido nos almoxarifados da Celesc Distribuição S.A., sendo imediatamente devolvido à fornecedora sem qualquer ônus para a Celesc Distribuição S.A.

As despesas dos ensaios deverão ficar por conta do fabricante, a menos que um ensaio especial, não previsto nesta Especificação seja exigido.

Os ensaios de tipo deverão ser realizados em laboratório designado de comum acordo entre Celesc D e fabricante.

5.8.1. Ensaio de Tipo

Constituem-se ensaios de tipo, os seguintes:

- a) verificação visual e dimensional;
- b) suportabilidade mecânica;
- c) elevação de temperatura;
- d) características mínimas e máximas de tempo fusão-corrente;
- e) verificação dinâmica do funcionamento;



- f) eletromecânico (somente para o tipo H);
- g) resistência elétrica do elo fusível;
- h) verificação das características de fusão tempo x corrente após envelhecimento;
- i) capacidade de interrupção;
- j) verificação da condutividade elétrica do botão.

5.8.2. Ensaio de Rotina ou Recebimento

Constituem ensaios de rotina os citados nas alíneas “a”, “b”, “c”, “d”, “e”, “f”, “g” e “j” do inciso 5.8.1. (Ensaio de Tipo).

5.8.3. Amostragem

5.8.3.1. Amostragem para os Ensaio de Tipo

Para a aprovação do tipo, deverão ser fornecidos 58 elos fusíveis para os tipos K e T e 63 para o tipo H, dos quais deverão ser reservados 10 unidades de cada tipo para o caso de ser necessário refazer algum ensaio.

Os ensaios são aplicados conforme segue:

- a) 53 elos fusíveis do tipo H e 48 do tipo K e T deverão ser submetidos a verificação visual e dimensional, ensaios de resistência elétrica e de suportabilidade mecânica;
- b) 3 elos fusíveis deverão ser submetidos ao ensaio de elevação de temperatura;
- c) 5 elos deverão ser submetidos aos ensaios de verificação das características mínimas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica em 10 s;
- d) 5 elos deverão ser submetidos aos ensaios de verificação das características máximas de fusão tempo x corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica em 300 s;

- e) 5 elos fusíveis para o ensaio de verificação dinâmica do funcionamento;
- f) 5 elos para o ensaio eletromecânico (só para o tipo H);
- g) 3 elos para o ensaio da condutividade elétrica do botão;
- h) para o ensaio das características mínimas de fusão tempo x corrente em:
300 (ou 600) s - 5 elos
10 s - 5 elos
0,1 s - 5 elos;
- i) para o ensaio das características máximas de fusão tempo x corrente em:
300 (ou 600) s - 5 elos
10 s - 5 elos
0,1 s - 5 elos.

Ensaio	Especificação e procedimento conforme seções ABNT NBR 7282	Número da unidade de amostra ^a										
		1 a 3	4 a 8	9 a 13	14 a 18	19 a 23	24 a 28	29 a 33	34 a 38	39 a 43	44 a 48	49 a 53 ^b
Verificação visual e dimensional	B.7.6	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Resistência elétrica do elo fusível	B.7.12	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Suportabilidade mecânica	B.7.7	x	x		x		x	x	x	x	x	x
Elevação de temperatura	B.7.8	x										
Verificação dinâmica de funcionamento	B.7.10								x			
Ensaio eletromecânico ^b	B.7.11											x
Características mínimas de fusão tempo × corrente 300 s (ou 600 s), 10 s, 0,1 s	B.7.9		x		x						x	
Características mínimas de fusão tempo × corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 10 s	B.7.13			x								
Características máximas de fusão tempo × corrente 300 s (ou 600 s), 10 s, 0,1 s	B.7.9						x	x		x		
Características máximas de fusão tempo × corrente após envelhecimento e em função da carga mecânica 300 s (ou 600 s)	B.7.13					x						
Verificação do tempo total de interrupção ^c	B.7.14											
Verificação da condutividade elétrica do botão	B.7.15	x										

^a Além das 48 unidades para os tipos K e T e 53 para o tipo H, a amostra contém 10 unidades de reserva.

^b Somente para os elos tipo H.

^c Para a sequência de ensaios série 1 utilizar 3 elos de cada tipo, Para a sequência de ensaios 4 utilizar 2 elos de cada tipo. Para a sequência de ensaios 5 utilizar 2 elos de cada tipo.



5.8.3.2. Amostragem para os Ensaio de Recebimento

Para os ensaios de recebimento deverá ser retirado uma amostra como indicado na tabela do Anexo 7.9.

Para o ensaio de elevação de temperatura deverão ser escolhidos aleatoriamente 3 elos adicionais, do lote sob inspeção.

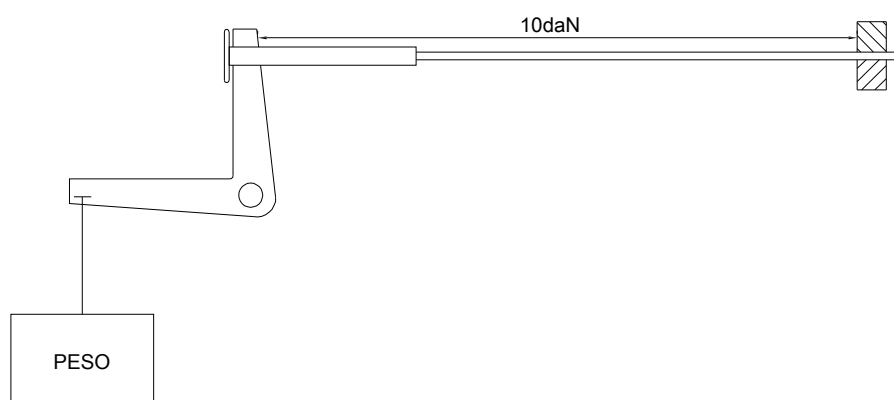
5.9. Verificações Gerais e Ensaio Mecânicos

5.9.1. Verificação Visual e Dimensional

A verificação da cordoalha, corpo, botão e olhal do elo deverá ser feita visualmente e estar de acordo com as características padronizadas.

5.9.2. Suportabilidade Mecânica

Os elos deverão ser ensaiados à temperatura ambiente, em dispositivo adequado que possibilite as condições da figura abaixo:



O elo deverá ser submetido a uma tração de 10 daN, evitando-se qualquer precipitação do peso.

O esforço deverá ser mantido por um tempo mínimo de 2 s.

5.10. Ensaio de Elevação de Temperatura

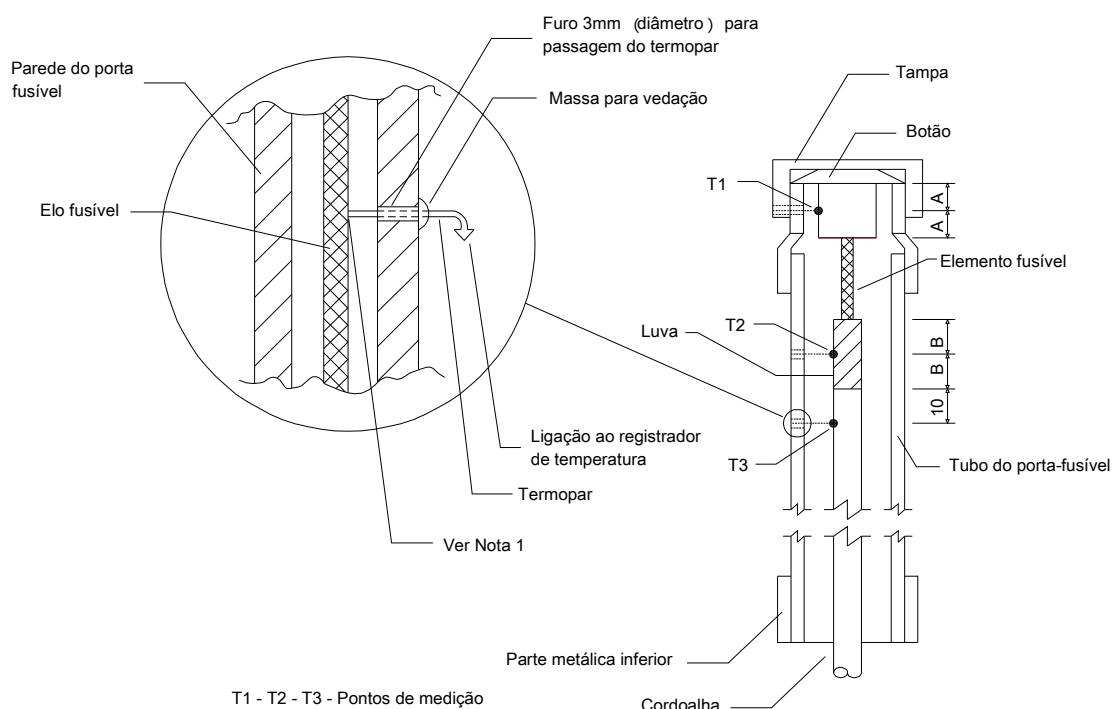
Deverão ser atendidas as prescrições e metodologia da NBR 7282. No tocante às chaves fusíveis a utilizar, aplica-se o seguinte:

Os elos deverão ser instalados nos e porta-fusíveis para os quais foram projetados. Os porta-fusíveis deverão ter as seguintes correntes nominais:

- a) para elos fusíveis entre 1 A e 100 A: 100 A;
- b) para elos fusíveis acima de 100 A e 200 A: 200 A.

Os condutores de ligação devem ser de cobre e ter seção igual a 50 mm² para porta-fusíveis de 100 A , ou 95 mm² para porta-fusíveis de 200 A.

As temperaturas deverão ser medidas nos pontos indicados na figura a seguir, considerando que as elevações permitidas são as do material isolante adjacente.



NOTAS:

- 1 – Todos os termopares tocam a superfície metálica do elo fusível. Para passagem do



termopar, caso necessário, recomenda-se que o tubo protetor do elemento fusível (não representado na figura acima) seja furado ou cortado.

2 – O porta fusível poder ser cortado em todo seu comprimento em dois semicilindros, para facilidade de instalação dos termopares. Convém que a união dos dois semicilindros seja feita rigidamente por meio de braçadeiras, de modo a não permitir a saída do ar quente.

3 – Cotas em milímetros.

5.11. Verificação das Curvas Características Máximas e Mínimas de Fusão Tempo x Corrente

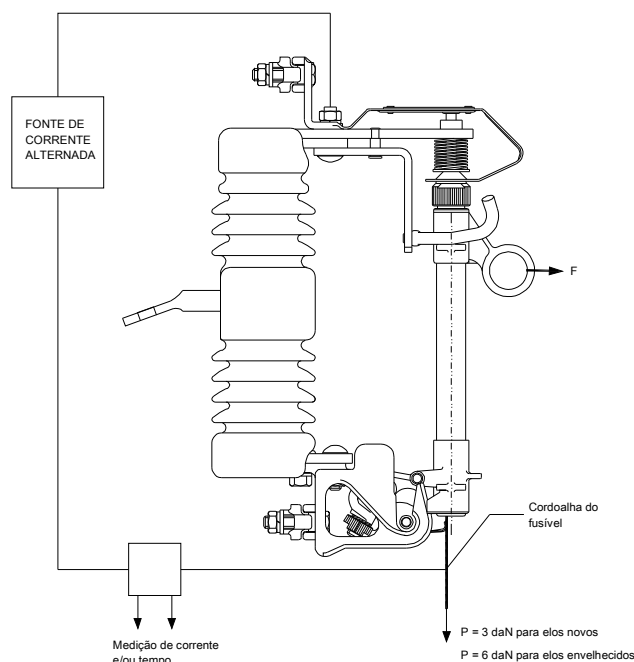
As condições e metodologia para o ensaio são descritas na NBR 7282, acrescida das condições descritas no inciso 5.7.3.

Para a execução do ensaio, o elo deverá ser tracionado com carga de 3 daN, para elos novos ou 6 daN para elos envelhecidos.

O circuito de ensaio deverá operar com corrente alternada e frequência de 60 Hz.

Para o ensaio das curvas características máximas ou mínimas, são considerados os valores máximos ou mínimos das correntes, das curvas publicadas pelos fabricantes para os tempos de 0,1 s, 10 s e 300 s (ou 600 s).

O ensaio deverá ser executado conforme o desenho a seguir:





5.11.1. Medição da Corrente e do Tempo

Para o tempo de 0,1 s as medidas deverão ser realizadas utilizando-se oscilógrafo ou outro registrador com exatidão equivalente.

Para avaliação das características de fusão tempo x corrente, os elos deverão ser levados até a fusão em quaisquer tempos padronizados, exceto as características em 300 s ou 600 s, devendo ser considerado também, o tempo de fusão do fio de reforço conforme a curva de fusão deste material, a ser apresentado pelo fabricante no ato da inspeção e comprovado em ensaio, se necessário.

Para os tempos de 10 s a 600 s, as medidas deverão ser realizadas com cronômetros simples ou acionados pela corrente de ensaio e amperímetro ou outro equipamento com exatidão mínima de 1%.

Para verificação das características máximas e mínimas o elo fusível deverá ser considerado aprovado se o tempo de fusão for igual ou estiver compreendido entre os limites estabelecidos pelas curvas máximas e mínimas fornecidas pelo fabricante, respeitando-se os limites desta Especificação.

5.12. Verificação Dinâmica do Funcionamento

O elo fusível deverá ser ensaiado à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C. Deverá ser instalado na chave fusível de maior corrente nominal para a qual foi projetado.

A chave fusível deverá ser montada a uma altura mínima de 4 m, na posição normal de serviço e com o circuito desenergizado.

A chave fusível com o elo deverá ser submetida a 20 operações sucessivas de abertura e fechamento com vara de manobra.

O elo deverá ser considerado aprovado se não apresentar danos visíveis após o ensaio, tais como ruptura ou alongamento de componentes, escorregamento nas conexões, etc.

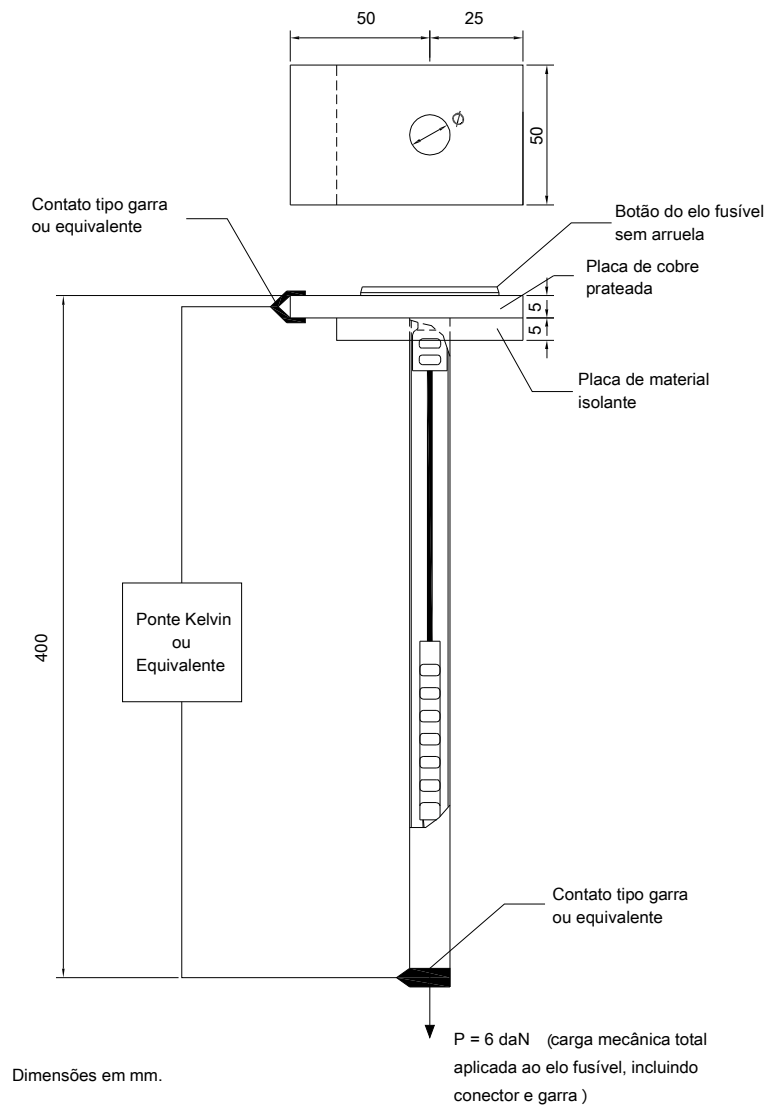
5.13. Medição da Resistência Elétrica

A medição da resistência elétrica deverá ser feita conforme mostra a figura abaixo ou outro dispositivo equivalente, utilizando corrente contínua máxima de 5% da corrente nominal do elo ou ponte de medição adequada. O método deverá permitir a repetição das medições dentro de uma margem de 2% para cada elo medido. O valor da resistência deverá ser a média aritmética



de 3 medidas independentes.

As unidades ensaiadas deverão atender as exigências estabelecidas no inciso 5.7.4.



Ø (mm)	Corrente nominal do elo fusível
10,5	Até 50 A
17,0	51 a 100 A
23,0	101 a 200 A

5.14. Ensaio Eletromecânico (Somente Elos Tipo H)

O elo deverá ser ensaiado à temperatura ambiente entre 10°C e 40°C, em local livre de corrente de ar.



As unidades instaladas deverão ser submetidas a 100 ciclos de corrente de valor 20% superior à nominal. Cada ciclo deverá consistir de uma hora de aplicação da corrente e período de desligamento necessário para que as unidades atinjam a temperatura ambiente. Este condicionamento deverá ser acompanhado por registradores de corrente e/ou temperatura para garantir que as condições de ensaios permaneçam inalteradas em todo o ensaio.

Após o acondicionamento, a metade das amostras deverá ser submetida à verificação das curvas características mínimas de fusão tempo x corrente de 10 s. A outra metade da amostra deverá ser submetida à verificação das características máximas de fusão tempo x corrente de 300 s. Para as verificações destes ensaios a carga mecânica de tracionamento deverá ser de 6 daN.

5.16. Capacidade de Interrupção

Devem ser submetidos ao ensaio de capacidade de interrupção os elos fusíveis tipos H, K e T de acordo com as condições descritas nos incisos a seguir:

- 5.16.1. A amostra a ser ensaiada deve ser constituída por elos fusíveis retirados aleatoriamente do lote em fornecimento, pelo inspetor da Celesc D.
- 5.16.2. Os elos devem ser submetidos à primeira, quarta e quinta séries do ensaio de interrupção, utilizando-se chaves fusíveis de distribuição (classe 2) que já tenham seus projetos aprovados.

Notas:

As demais séries poderão ser exigidas, caso a Celesc D julgue necessário.

As chaves fusíveis deverão ser fornecidas pelo fabricante do elo.

- 5.16.3. As características das chaves fusíveis a serem utilizadas no ensaio são indicadas na tabela a seguir:

Elos Fusíveis		Chave Fusível a Utilizar		
Tipo	Corrente Nominal A _{ef}	Tensão Máxima kV _{ef}	Corrente Nominal A _{ef}	Capacidade de Interrupção kA _{ef}
H	0,5 a 5	15	100	7.1
K	6 a 100	15	100	7.1
K	140 a 200	15	200	7.1
T	8 a 30	15	100	7.1



- 5.16.4. O ensaio da quinta série deve ser feito com uma corrente que forneça um tempo de interrupção de $(2 + 0,4)$ s.
- 5.16.5. É indispensável a execução da série nº 4, se o valor da corrente utilizada na série nº 5 estiver compreendido entre 400 e 500 A.

O ensaio deve ser realizado conforme descrito na NBR 7282.

Devem ser medidos os tempos até a interrupção, em cada série, para determinação do tempo de arco. Como referência inicial utilizar, para todos os tipos de elos (H, K e T), valores iguais aos dos elos tipos K e T, para as séries de ensaios 1 a 3. Para a série 4, utilizar 60 ms; para a série 5, 100 ms, para todos os tipos de elos (H, K e T).

O elo fusível deve operar satisfatoriamente de acordo com as exigências da NBR 7282 e, após o ensaio, a chave fusível e seus componentes devem estar nas mesmas condições iniciais, exceto no que concerne a erosão interna do porta-fusível.

5.17. Verificação da Condutividade Elétrica do Botão

Deve ser realizado de acordo com a ASTM E1004, devendo a condutividade obtida ter valor mínimo de 97% IACS a 20°C, admitindo-se para qualquer amostra uma redução de até 2% IACS a 20°C.

5.18. Aceitação e Rejeição

Aceita-se o tipo, se todos os elos fusíveis ensaiados tiverem comportamento satisfatório.

Ocorrendo uma falha em um dos ensaios, o fabricante poderá apresentar nova amostra equivalente à primeira, para ser ensaiada. Se esta nova amostra apresentar algum resultado insatisfatório, o tipo não será aceito.

Aceita-se o recebimento do lote, se as condições do Anexo 7.9. forem satisfeitas e se os elos submetidos ao ensaio de elevação de temperatura atenderem as exigências estabelecidas no subitem 5.10.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Não há.



7. ANEXOS

- 7.1. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo H
- 7.2. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo K
- 7.3. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo T
- 7.4. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo H
- 7.5. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo A
- 7.6. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo B
- 7.7. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo A
- 7.8. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo B
- 7.9. Amostragem para os Ensaios de Recebimento
- 7.10. Elos Fusíveis – Tipo H, K e T – Códigos Celesc D
- 7.11. Controle de Revisões e Alterações
- 7.12. Histórico de Revisões



7.1. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo H

Corrente Nominal A	Corrente de Fusão					
	300 s		10 s		0,1 s	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx
0,5	1,6	2,3	4,0	5,2	40	55
1	2,5	3,3	6,8	8,6	53	80
2	3,5	4,3	9,2	12,0	89	130
3	4,7	5,9	11,3	14,5	89	130
5	7,4	9,2	15,3	18,5	89	130



7.2. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo K

Corrente Nominal A		Corrente de Fusão						Relação de Rapidez
		300 ou 600 s (*)		10 s		0,1 s		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
G R U P O A	6	12	14,4	13,5	20,5	72	86	6,0
	10	19,5	23,4	22,4	34	128	154	6,6
	15	31	37,2	37	55	215	258	6,9
	25	50	60	60	90	350	420	7,0
	40	80	96	96	146	565	680	7,1
	65	128	153	159	237	918	1100	7,2
	100	200	240	258	388	1520	1820	7,6
	140	310	372	430	650	2470	2970	8,0
	200	480	576	760	1150	3880	4650	8,1
G R U P O B	8	15	18	18	27	97	116	6,5
	12	25	30	29,5	44	166	199	6,6
	20	39	47	48	71	273	328	7,0
	30	63	76	77,5	115	447	546	7,1
	50	101	121	126	188	719	862	7,1
	80	160	192	205	307	1180	1420	7,4

(*) 300 s para elos fusíveis até 100 A, 600 s para elos fusíveis de 140 e 200 A



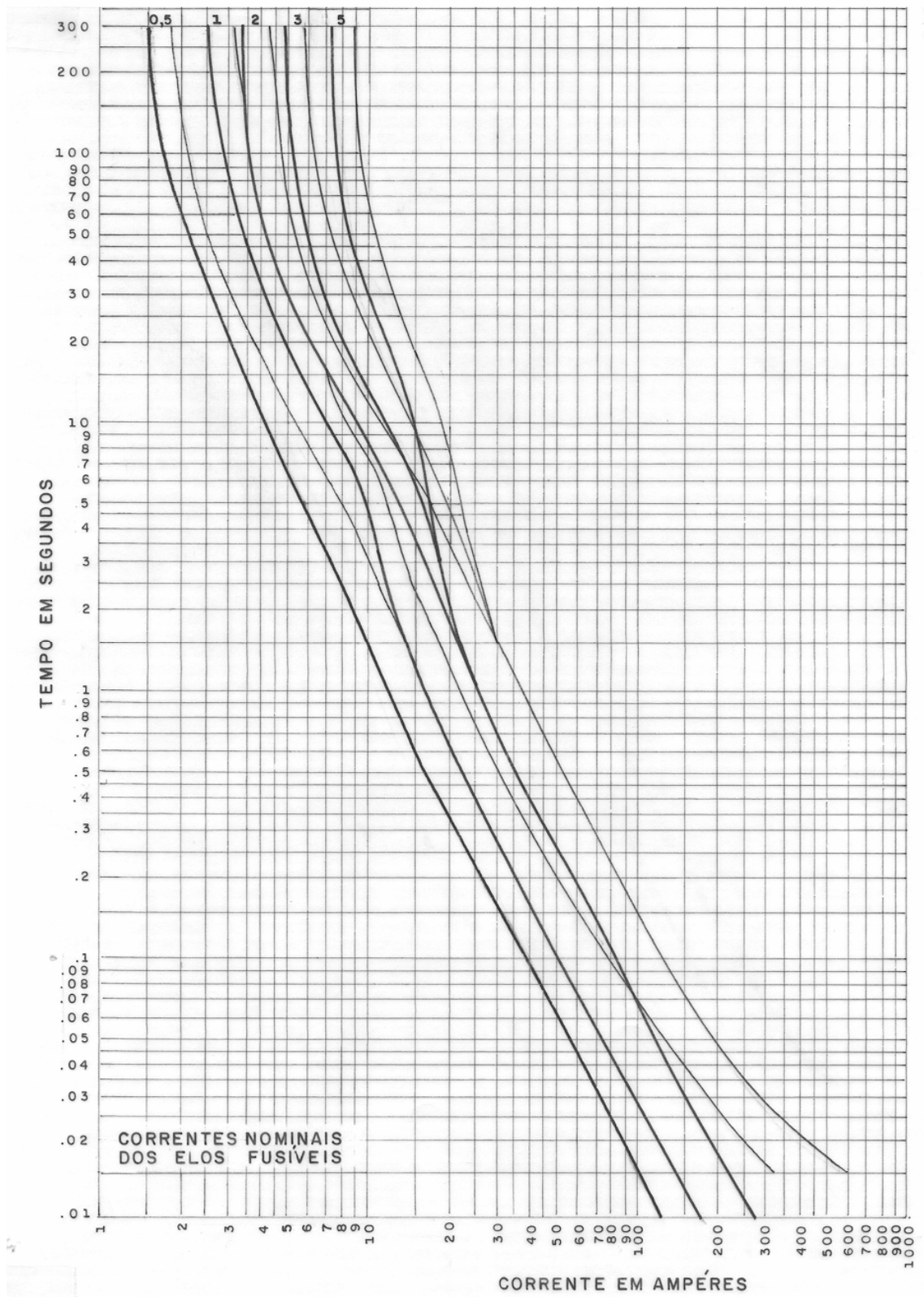
7.3. Corrente de Fusão para os Elos Fusíveis Tipo T

Corrente Nominal A		Corrente de Fusão						Relação de Rapidez
		300 ou 600 s (*)		10 s		0,1 s		
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	
G R U P O A	6	12	14,4	15,3	23	120	144	10
	10	19,5	23,4	26,5	40	224	269	11,5
	15	31	37,2	44,5	67	388	466	12,5
	25	50	60	73,5	109	635	762	12,7
	40	80	96	120	178	1040	1240	13,0
	65	128	153	195	291	1650	1975	12,9
	100	200	240	319	475	2620	3150	13,1
	140	310	372	520	775	4000	4800	12,9
	200	480	576	850	1275	6250	7470	13,0
G R U P O B	8	15	18	20,5	31	166	199,0	11,1
	12	25	30	34,5	52	296	355,0	11,8
	20	39	47	57	85	496	595	12,7
	30	63	76	93	138	812	975	12,9
	50	101	121	152	226	1310	1570	13,0
	80	160	192	248	370	2080	2500	13,0

(*) 300 s para elos fusíveis até 100 A, 600 s para elos fusíveis de 140 e 200 A

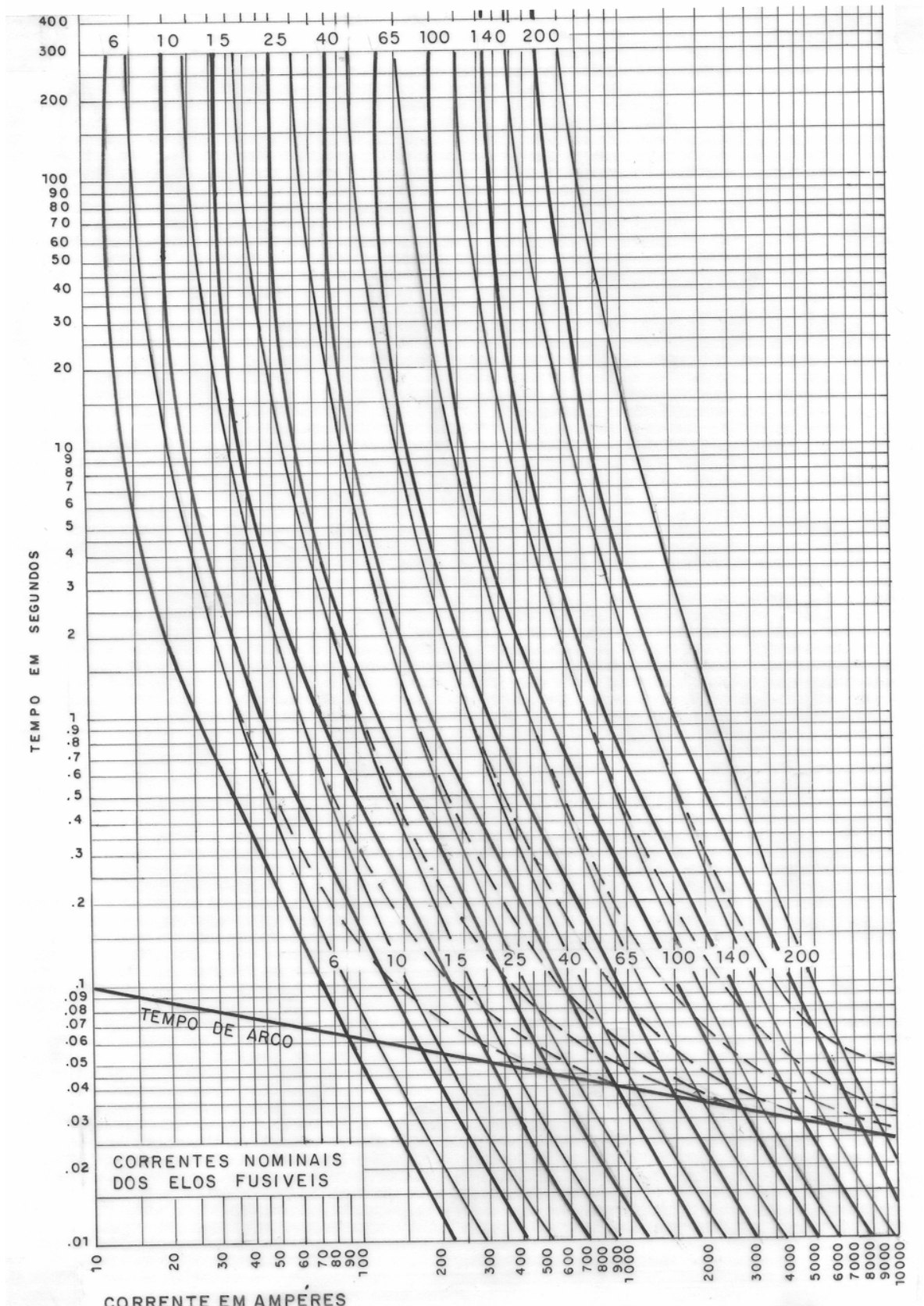


7.4. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo H



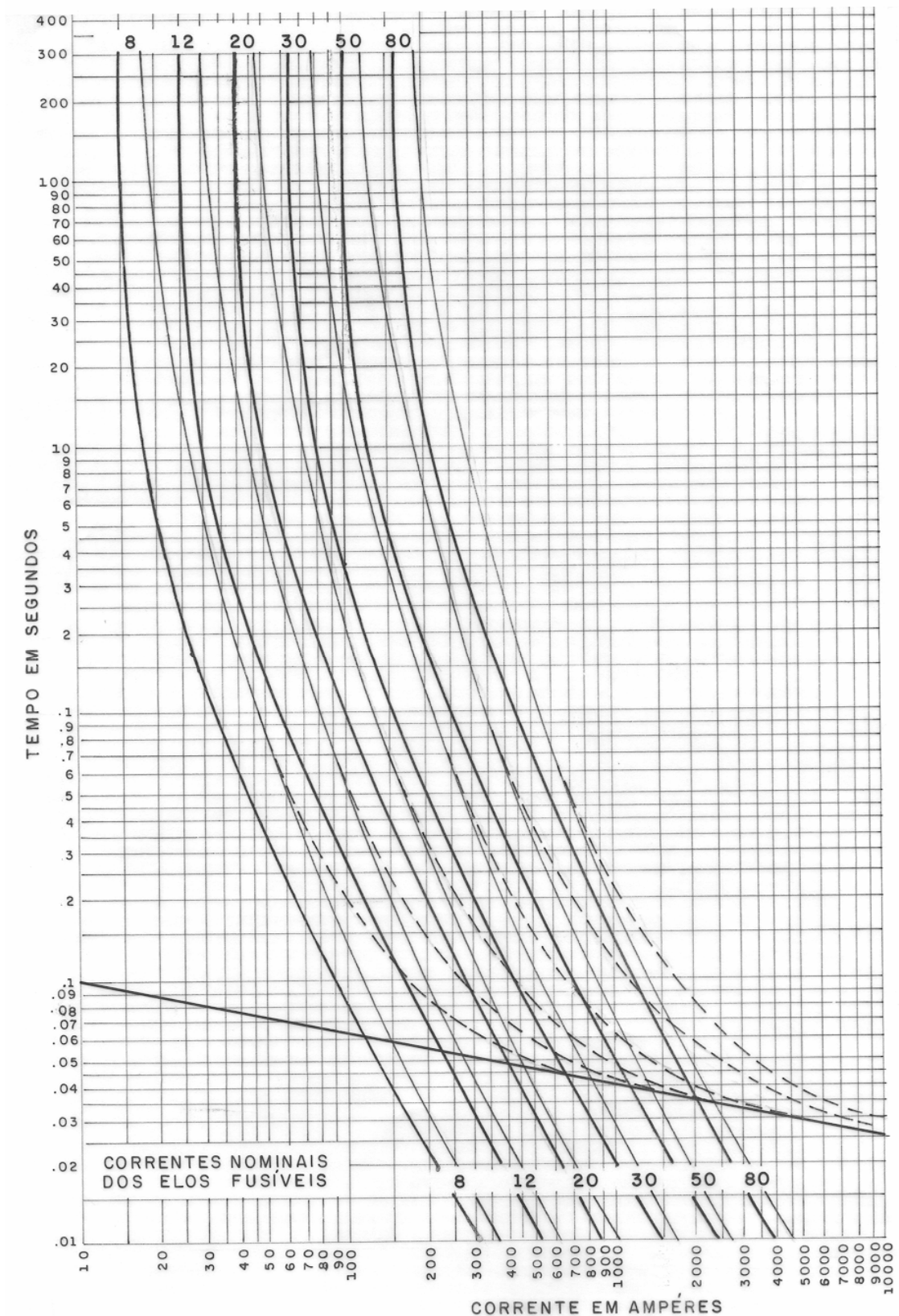


7.5. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo A



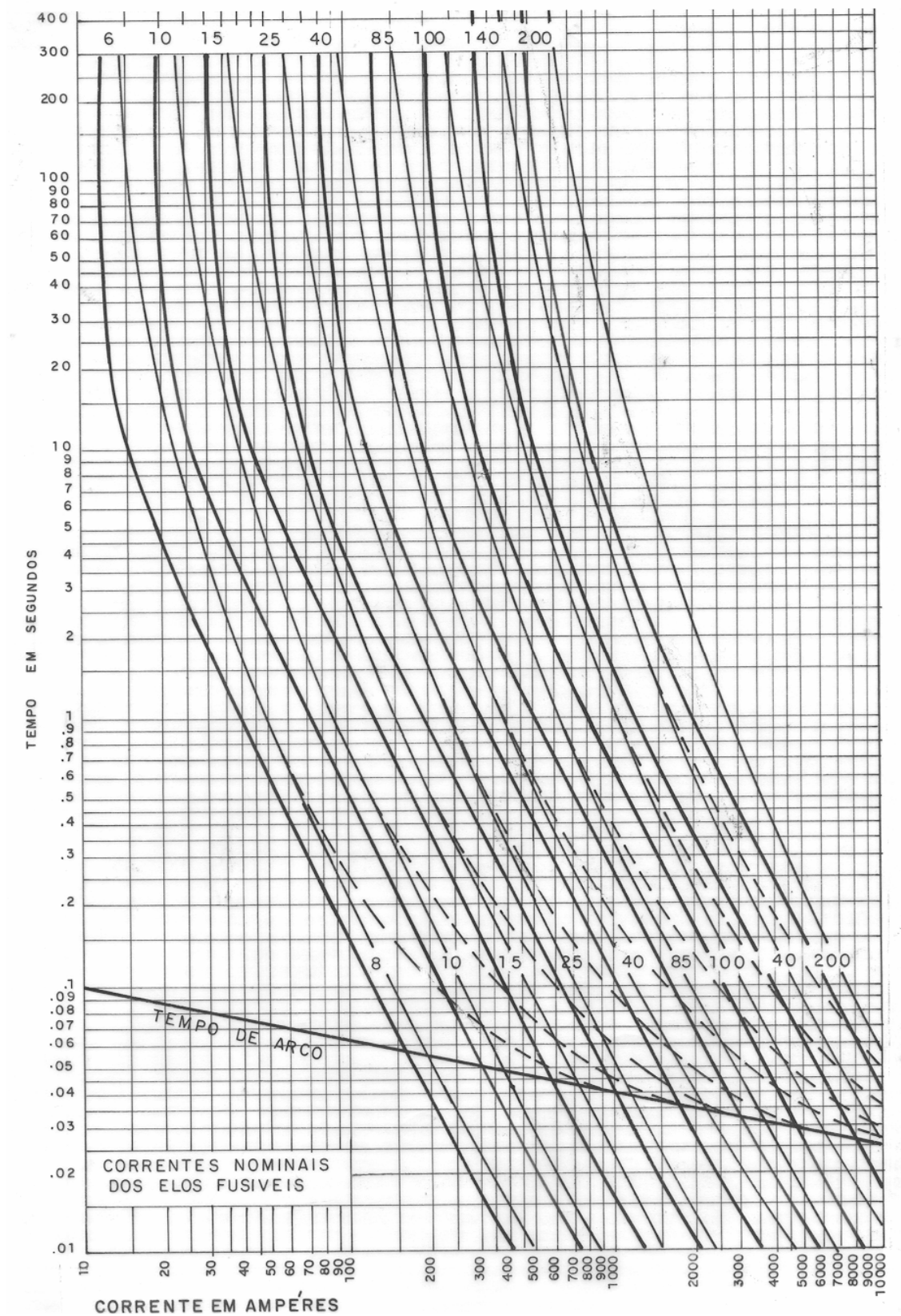


7.6. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo K, Grupo B



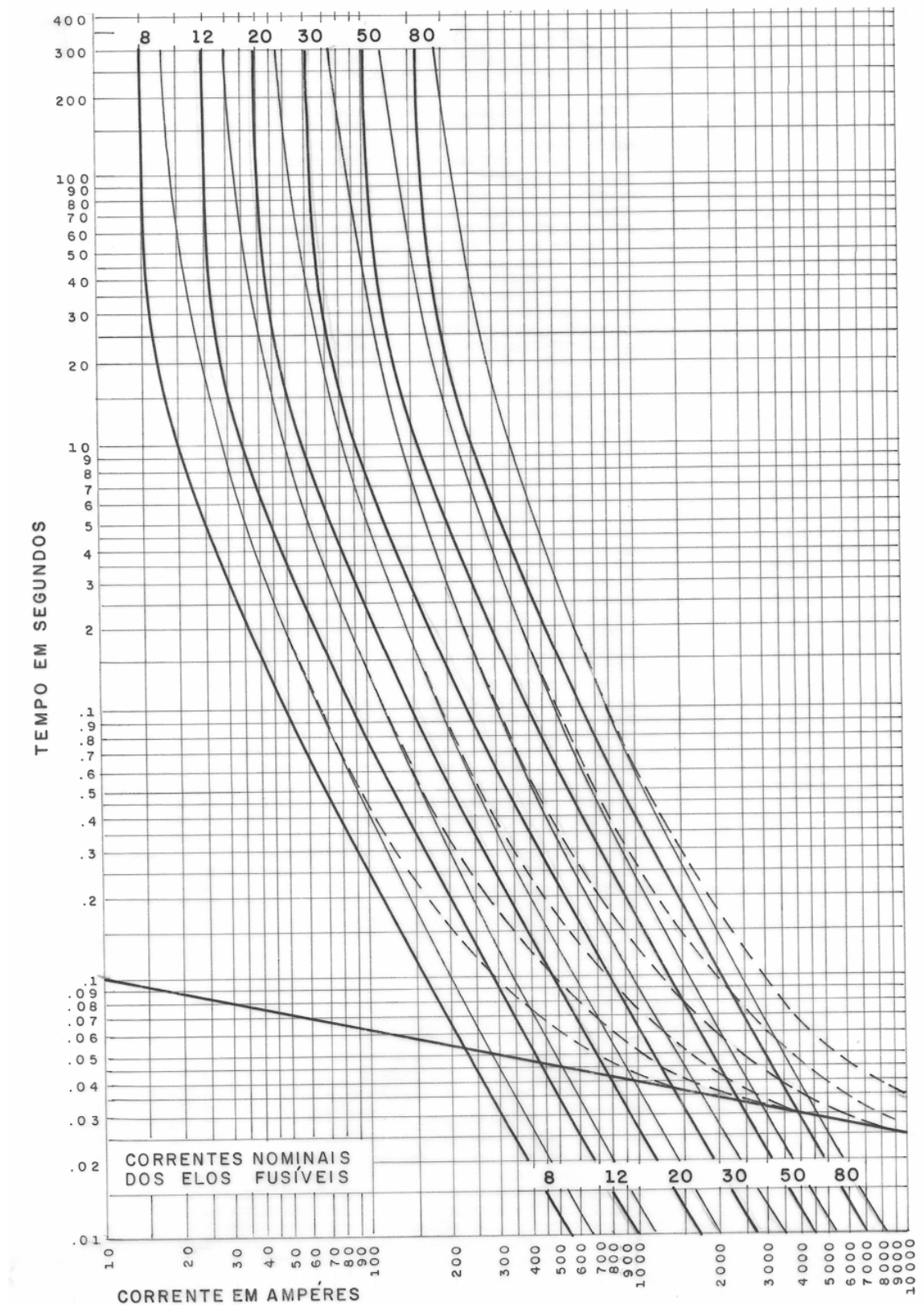


7.7. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo A





7.8. Curvas Características de Tempo de Fusão-Corrente para os Elos Fusíveis Tipo T, Grupo B





7.9. Amostragem para os Ensaios de Recebimento

Tamanho do Lote	Visual, dimensional resistência mecânica			Caract. mínimas e máximas de tempo de fusão-corrente			Eletromecânico Verificação do funcionamento		
	Nível II, NQA = 1,5%			Nível S4, NQA = 2,5%			Nível S3, NQA = 1,5%		
	Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re
até 89	8	0	1	3	0	1	8	0	1
90 a 150	20 20	0 1	2 2	6	0	1	8	0	1
151 a 280	20 20	0 1	2 2	18 18	0 1	2 2	8	0	1
281 a 500	32 32	0 3	3 4	18 18	0 1	2 2	8	0	1
501 a 1200	50 50	1 4	4 5	18 18	0 1	2 2	8	0	1
1201 a 3200	80 80	2 6	5 7	24 24	0 3	3 4	8	0	1
3201 a 10000	125 125	3 8	7 9	24 24	0 3	3 4	20 20	0 1	2 2
10001 a 35000	200 200	5 12	9 13	36 36	1 4	4 5	20 20	0 1	2 2

Notas:

Ac - número de peças defeituosas que implica em aceitar o lote

Re - Número de peças defeituosas que implica na rejeição do lote

A amostra indicada para os ensaios de verificação de características de tempo de fusão x corrente foi ajustada para um número divisível por 3. Essa amostra deverá ser dividida em 3 partes, cada uma sendo submetida respectivamente aos ensaios com tempo de fusão de 300 s (ou 600 s), 10 s e 0,1 s. Cada um dos ensaios (tempo mínimo e tempo máximo) usará o número de amostras do plano de amostragem.

Os números de aceitação e rejeição indicados para os ensaios de verificação das características de tempo de fusão x corrente referem-se à soma de unidades defeituosas encontradas nos ensaios com os 3 tempos de fusão (300 s ou 600 s, 10 s e 0,1 s).

As amostras indicadas são válidas para lotes de elos fusíveis de mesmo tipo e mesma corrente nominal.

Para utilização desta tabela é imprescindível consultar a NBR 5426, que estabelece inclusive, os critérios para a comutação entre as inspeções severa, normal e atenuada, em função dos resultados obtidos.



7.10. Elos Fusíveis – Tipo H, K e T - Código Celesc D

Item	Tipo de Elo Fusível	Corrente Nominal (A)	Corrente de Fusão (A)						Relação de Rapidez	Código CELESC
			300 ou 600s ⁽¹⁾		10s		0,1s			
			Mín.	Máx	Mín.	Máx	Mín.	Máx		
1	H	0,5	1,6	2,3	4,0	5,2	40,0	55,0	-	7564
2		1	2,5	3,3	6,8	8,6	53,0	80,0	-	7565
3		2	3,5	4,3	9,2	12,0	89,0	130,0	-	7566
4		3	4,7	5,9	11,3	14,5	89,0	130,0	-	7567
5		5	7,4	9,2	15,3	18,5	89,0	130,0	-	7569
6	K	6	12,0	14,4	13,5	20,5	72,0	86,0	6,0	7570
7		10	19,5	23,4	22,4	34,0	128,0	154,0	6,6	7572
8		15	31,0	37,2	37,0	55,0	215,0	258,0	6,9	7574
9		25	50,0	60,0	60,0	90,0	350,0	420,0	7,0	7576
10		40	80,0	96,0	96,0	146,0	565,0	680,0	7,1	7578
11		65	128,0	153,0	159,0	237,0	918,0	1100,0	7,2	7580
12		100	200,0	240,0	258,0	388,0	1520,0	1820,0	7,6	7582
13		140	310,0	372,0	430,0	650,0	2470,0	2970,0	8,0	7583
14		200	480,0	576,0	760,0	1150,0	3880,0	4650,0	8,1	7584
15	K	8	15,0	18,0	18,0	27,0	97,0	116,0	6,5	7571
16		12	25,0	30,0	29,5	44,0	166,0	199,0	6,6	7573
17		20	39,0	47,0	48,0	71,0	273,0	328,0	7,0	7575
18		30	63,0	76,0	77,5	115,0	447,0	546,0	7,1	7577
19		50	101,0	121,0	126,0	188,0	719,0	862,0	7,1	7579
20		80	160,0	192,0	205,0	307,0	1180,0	1420,0	7,4	7581
21	T	8	15,0	18,0	20,5	31,0	166,0	199,0	11,1	40794
22		12	25,0	30,0	34,5	52,0	296,0	355,0	11,8	40795
23		15	31,0	37,2	44,5	67,0	388,0	466,0	12,5	40796
24		20	39,0	47,0	57,0	85,0	496,0	595,0	12,7	36776
25		25	50,0	60,0	73,5	109,0	635,0	762,0	12,7	40797
26		30	63,0	76,0	93,0	138,0	812,0	975,0	12,9	36766

Notas:

1 – 300s para elos fusíveis até 100 A e 600s para elos de 140 a 200 A.



7.11. Controle de Revisões e Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
3ª	DDI N° 095/2014 – 25/08/2014	MHO	GMTK	SLR
4ª	DDI N° 064/2018 – 16/08/2018	MHO	GMTK	SLC

DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 4		
ITEM	PÁG	DESCRIÇÃO
5.7.3.2.	7	Corrigida referência 5.14. para 5.15.
5.7.7.	9	Corrigida referência 5.15. para 5.16.
5.8.3.1.	11	Corrigidos valores das quantidades das amostras dos ensaios de tipo
5.8.3.1.	12	Inserida tabela das amostras dos ensaios de tipo.
5.13.	17	Corrigida referência 5.6.4. para 5.7.4.
5.18.	20	Corrigida referência 5.8. para 5.10.
7.10	31	Incluídos os códigos da família T para proteção de bancos de capacitores.



7.12. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
4ª	Agosto 2018	5.7.3.2. – página 7 - Corrigida referência 5.14. para 5.15.; 5.7.7. – página 9 - Corrigida referência 5.15. para 5.16.; 5.8.3.1. – página 11 - Corrigidos valores das quantidades das amostras dos ensaios de tipo; 5.8.3.1. – página 12 - Inserida tabela das amostras dos ensaios de tipo; 5.13. – página 17 - Corrigida referência 5.6.4. para 5.7.4.; 5.18. – página 20 - Corrigida referência 5.8. para 5.10.; 7.10. – página 31 - Incluídos os códigos da família T para proteção de bancos de capacitores.	DPEP/DVEN

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0016	CABOS DE AÇO	01/15

1. FINALIDADE

Definir as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de cabos de aço zincados a serem utilizados no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica da Celesc.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Agências Regionais, fabricantes, fornecedores de materiais e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Norma Brasileira Registrada - NBR 5909 - Cordoalhas de fios de aço zincados para estais, tirantes, cabos mensageiros e usos similares - Especificação.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

4.1. Arame ou Fio

Produto maciço de seção circular, obtido pelo encruamento por trefilação, a partir de fio máquina e revestido a quente com camada de zinco.

4.2. Cordoalhas de 7 Fios

Constituídas de 6 fios encordoados juntos, concentricamente, em torno de um fio central, com torção à esquerda (sentido anti-horário) e passo uniforme, no máximo igual a 16 vezes o diâmetro nominal especificado para a cordoalha.

4.3. Cordoalha Pré-Formada

A cordoalha é pré-formada quando seus fios componentes são previamente conformados em formato helicoidal, por qualquer meio ou processo que não seja pelo simples encordoamento, permanecendo a cordoalha em sua posição normal quando cortados ou possam ser recolocados manualmente.

4.4. Lote

É uma determinada quantidade de cordoalha com o mesmo número de fios, diâmetro nominal e características, apresentados para inspeção e ensaios de uma só vez.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Exigências

Quanto às exigências para cabos de aço, prevalecerá, respectivamente o estabelecido:

- a) nesta Especificação;
- b) nas normas técnicas da ABNT.

5.2. Material

O metal base deve ser o aço carbono, obtido por um dos processos Siemens-Martin, básico ao oxigênio ou forno elétrico.

O aço deve ser de qualidade tal que o fio-máquina, quando trefilado ao diâmetro especificado e revestido de zinco, resulte em fios componentes, bem como em cordoalhas acabadas de qualidade uniforme, cumprindo os requisitos indicados nesta Especificação.

O zinco empregado para o revestimento deve ser de lingotes de zinco primário, de qualquer dos tipos escolhidos entre extrafino, fino e comum, especificados na NBR 5996.

A composição química dos principais componentes do aço deve ser:

Carbono.....0,5 a 0,85%

Manganês.....0,5 a 1,10%

Silício.....0,1 a 0,35%

Enxofre (máx.)...0,045%

Fósforo (máx.)....0,035%

Os teores máximos de impurezas permissíveis no lingote de zinco primário são:

Chumbo.....0,07%

Cádmio.....0,03%

Ferro.....0,02%

Alumínio.....0,005%

Coeficiente de dilatação linear máximo a 20°C: $11,5 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$.

Massa específica do fio zincado a 20°C: $7,78 \text{ g/cm}^3$.

Resistividade típica a 20°C: $0,19157 \text{ Ohm} \times \text{mm}^2/\text{m}$.

Módulo de elasticidade : Fio = $200\,000 \text{ MPa} \pm 10\%$

Cabo = $185\,000 \text{ MPa} \pm 10\%$

5.3. Acabamento

O fio de aço zincado deverá apresentar uma superfície lisa e uma camada de zinco contínua e de espessura o mais uniforme possível, tolerando-se apenas imperfeições inerentes ao processo de zincagem empregado e o aparecimento de manchas superficiais esbranquiçadas (corrosão branca).

5.4. Emendas

Não são permitidas emendas nas cordoalhas acabadas.

Nos fios que constituem as cordoalhas, é permitida solda elétrica de topo, desde que seja feita antes do antepenúltimo passe da trefilação. Permite-se, no máximo, duas emendas a cada 1600 metros de fio. Neste caso, tais emendas devem ser limitadas, no máximo, a uma em cada 50 metros da cordoalha acabada.

A posição de cada emenda na cordoalha deve ser marcada com tinta ou similar que a identifique. Todas as emendas devem ser bem feitas e revestidas de zinco logo após a soldagem, de tal modo que a proteção contra corrosão seja equivalente àquela do próprio fio.

O processo de soldagem deverá ser tal que os fios que contenham seções soldadas suportem um esforço de tração superior a 90% do valor mínimo especificado para tensão a 1% de alongamento

sob carga.

5.5. Classificação

5.5.1. Conforme o número de fios, as cordoalhas distinguem-se nos seguintes tipos:

- a) cordoalhas de 7 fios;
- b) cordoalhas de 19 fios;
- c) cordoalhas de 37 fios.

5.5.2. Conforme a carga de ruptura mínima especificada, as cordoalhas classificam-se nas seguintes categorias:

- a) baixa resistência (BR);
- b) média resistência (MR ou SM);
- c) alta resistência (AR ou HS);
- d) extra-alta resistência (EAR ou EHS).

5.5.3. Conforme a massa mínima da camada de zinco, as cordoalhas são apresentadas nas classes de revestimento A, B e C

A utilização dos cabos de aço pela Celesc, segue a seguinte classificação:

- a) cordoalha de 7 fios;
- b) categoria média e alta resistência;
- c) revestimento classe A para cabos de média resistência e classe B para cabos de alta resistência.

5.6. Características Dimensionais

As características dimensionais das cordoalhas e suas tolerâncias, são indicadas na tabela a seguir:

Diâmetro nominal do cabo (mm)	Diâmetro nominal do fio zincado (mm)	Tolerância no diâmetro do fio \pm (mm)	Massa da cordoalha (kg/km)	Carga de ruptura mínima(daN)			
				Categoria de resistência			
				Baixa BR	Média MR	Alta AR	Extra EAR
4,8	1,57	0,08	108	530	860	1300	1810
6,4	2,03	0,08	180	870	1430	2160	3020
9,5	3,05	0,10	407	1930	3160	4900	6990

5.7. Propriedades Mecânicas

As cordoalhas fabricadas, inspecionadas e ensaiadas conforme esta Especificação, devem cumprir os valores mínimos de carga de ruptura, conforme subitem 5.6. e alongamento sob carga, conforme segue:

ALONGAMENTO SOB CARGA DAS CORDOALHAS	
Categoria da Cordoalha	Alongamento sob carga mínima (em 600 mm)
Baixa Resistência (BR)	10%
Média Resistência (MR ou SM)	8%
Alta Resistência (AR ou HS)	5%
Extra-alta Resistência (EAR ou EHS)	4%

5.8. Revestimento de Zinco

5.8.1. Aderência da Camada de Zinco

No fio zincado enrolado em hélice fechada, com pelo menos duas voltas sobre o mandril cilíndrico, de diâmetro igual a 3 vezes o diâmetro nominal do fio, a camada de zinco, não deverá escamar-se a

ponto de poder ser removida, esfregando-se com o dedo sem auxílio da unha.

Durante o ensaio de enrolamento as perdas ou desprendimentos, de pequenas partículas de zinco da superfície dos fios zincados, não devem ser considerados como causa de rejeição.

5.8.2. Massa da Camada de Zinco

A massa da camada de zinco de qualquer fio individual não deverá ser menor que o valor especificado na tabela a seguir:

MASSA DA CAMADA DE ZINCO			
Diâmetro nominal do fio zincado mm	Massa mínima da camada de zinco g/m ²		
	Classe A	Classe B	Classe C
1,57	155	310	465
2,03	185	370	555
3,05	260	520	780

5.8.3. Uniformidade da Camada de Zinco

É verificada pelo número de imersões, com duração de um minuto, em solução de sulfato de cobre de densidade igual a 1,186 a 18°C, sem apresentar depósito permanente de cobre (ensaio Preece), que o fio zincado deve suportar.

O ensaio está indicado na tabela a seguir.

NÚMERO DE IMERSÕES NO ENSAIO PREECE				
Diâmetro nominal dos fios		Número mínimo de imersões		
Acima de	até (inclusive)	Classe A	Classe B	Classe C
1,32	1,57	2	3	4
1,57	2,03	2	3 ½	5
2,64	3,05	3	3	7

5.8.4. Ductilidade do Aço

É verificada no ensaio de enrolamento. O fio de aço zincado não deve fraturar ao se enrolar em pelo menos duas voltas, a uma velocidade de até 15 voltas por minuto, em hélice fechada, em torno de um mandril cilíndrico de diâmetro conforme segue:

- a) baixa resistência (BR): 1 vez o diâmetro (sobre o próprio fio);
- b) média resistência (MR ou SM): 1 vez o diâmetro;
- c) alta resistência (AR ou HS): 3 vezes o diâmetro;
- d) extra-alta resistência (EAR ou EHS): 3 vezes o diâmetro.

5.9. Encordoamento

Todos os fios zincados, componentes de uma mesma cordoalha devem ter o mesmo diâmetro nominal.

Todos os fios das cordoalhas devem ser encordoados com tensão uniforme. O encordoamento deve assegurar que os fios estejam firmemente dispostos entre si de modo que a cordoalha, quando tensionada a 10% da carga de ruptura mínima especificada, não apresente uma redução apreciável no seu diâmetro.

Quando solicitado pela Celesc, as cordoalhas poderão ser fornecidas pré-formadas.

5.10. Acondicionamento e Fornecimento

Os cabos devem ser acondicionados em rolos ou em carretéis.

O acondicionamento em rolos é limitado à massa de 40 kg para movimentação manual e o acondicionamento em carretel é limitado à massa de 5000 kg.

Quando o acondicionamento for em carretel, este deve ser de madeira resistente e isenta de defeitos.

Os carretéis devem ser adequados para uso com equipamento para levantamento de cabos e devem ser tais que:

- a) permitam o enrolamento do cabo em um ou mais lances sem que haja perda de espaço útil;

- b) externamente apresente pintura ou proteção impermeável que não ataque o cabo;
- c) internamente não apresente pintura, com o tambor revestido de papel à prova d'água, servindo de forro para o cabo.

As pontas dos cabos devem ser firmemente amarradas. O cabo deve ser uniformemente enrolado na bobina, não sendo permitida remontagem de cabo.

Para cobertura das bobinas devem ser usadas ripas com espessura mínima de 25 mm, pregadas firmemente na periferia das abas, fechando completamente a bobina. Esta cobertura deve ser arrematada com fitas de aço zincado, superpostas em pelo menos 200 mm na extremidade.

Os carretéis devem conter nos dois lados externos, diretamente sobre o disco ou em plaqueta metálica, caracteres legíveis e indelévels, com as seguintes indicações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) endereço da fábrica;
- c) indústria brasileira;
- d) tipo de condutor;
- e) comprimento em metros e número de lances;
- f) massa líquida e bruta em kg;
- g) designação das cordoalhas;
- h) número de série;
- i) número do documento de compra;
- j) seta indicadora do sentido de desenrolar o cabo.

Os rolos devem conter externamente uma etiqueta com as indicações acima, exceto as alíneas h e j. Marcações adicionais necessárias ao transporte poderão ser utilizadas, devendo ser indicadas na

ordem de compra ou nas instruções para embarque.

5.11. Designação do Cabo

As cordoalhas acabadas deverão ser designadas por:

- a) diâmetro nominal em mm;
- b) número de fios;
- c) categoria;
- d) classe de revestimento de zinco.

5.12. Encomenda

Na encomenda das cordoalhas, a Celesc deverá indicar:

- a) número desta Especificação;
- b) comprimento total da cordoalha em metros;
- c) diâmetro nominal, com número de fios e categoria;
- d) classe do revestimento de zinco;
- e) comprimento da cordoalha em cada rolo ou carretel;
- f) acondicionamento e embalagem.

5.13. Inspeção

Salvo indicado de outra maneira na encomenda, a inspeção e os ensaios devem ser efetuados na

fábrica, antes da expedição.

O fabricante deve fornecer ao inspetor, as facilidades para o acesso à inspeção e aos ensaios na fábrica, a fim de poder verificar se o produto está sendo fornecido de acordo com esta Especificação. A inspeção e os ensaios devem ser conduzidos de maneira a não interferirem na operação da fábrica. A inspeção visual deve verificar se o lote satisfaz os requisitos de acabamento, encordoamento, acondicionamento, embalagem e identificação, previstos nesta Especificação.

5.14. Amostragem

Para verificação das propriedades mecânicas da cordoalha, características dimensionais, massa, aderência e uniformidade da camada de zinco, retira-se ao acaso de cada lote a amostra (rolos ou carretéis) indicada na tabela:

PLANO DE AMOSTRAGEM SIMPLES NORMAL				
Tamanho do Lote			Nível de Inspeção II NQA = 2,5 %	
			Número de Amostras	
2	a	15	2	
16	a	25	3	
26	a	90	8	
91	a	150	13	
151	a	280	20	

De cada rolo ou carretel da amostra retira-se um comprimento de cordoalha suficiente para a realização dos ensaios previstos no subitem 5.15.

De cada comprimento de cordoalha de 7 fios, retirado da amostra, para cada um dos ensaios do subitem 5.15., devem ser retirados 4 fios de arame.

O ensaio de tração deve ser efetuado nos corpos de prova da cordoalha, sem junta soldada ou outra emenda.

Na verificação das características dimensionais, caso haja alguma distorção nos fios ocorrida durante o processo de encordoamento, os respectivos corpos de prova deverão ser eliminados e substituídos por outros sem este defeito.

A critério da Celesc, na encomenda, a fim de verificar o cumprimento dos requisitos previstos para as características dimensionais, revestimento de zinco e ductilidade do aço, em vez de fios da cordoalha acabada, o fabricante poderá ensaiar os fios zincados antes do encordoamento, fornecendo o certificado dos resultados.

5.15. Ensaaios

O diâmetro deverá ser considerado como a média de três medidas, feitas aproximadamente a 1/4, 1/2 e 3/4 do comprimento da amostra.

O ensaio de tração para determinar a carga de ruptura e alongamento sob carga da cordoalha deve ser executado conforme as condições estabelecidas nos incisos a seguir.

5.15.1. Determinação da Carga de Ruptura

Quando a carga de ruptura não atingir o valor mínimo especificado, um novo corpo de prova do mesmo rolo ou carretel deverá ser ensaiado, se ocorrer um dos seguintes casos:

- a) deslize do corpo de prova nas garras da máquina de ensaio;
- b) quebra do corpo de prova dentro ou a uma distância menor que 25 mm das garras;
- c) inadequado encaixe do corpo de prova na máquina de ensaios.

5.15.2. Determinação do Alongamento sob Carga

O alongamento percentual é determinado pelo afastamento das garras da máquina de ensaio. Para o comprimento inicial do corpo de prova toma-se a distância entre as garras ou marcas, depois de aplicar uma carga correspondente a 10% da carga de ruptura mínima especificada.

A distância entre as garras ou marcas, ao se aplicar esta carga de 10%, deverá ser de 600 mm, aproximadamente. Como distância final entre as garras ou marcas, deve-se tomar o comprimento correspondente ao instante que precede a ruptura da cordoalha ou de um fio da mesma.

Registram-se só os valores de alongamento dos corpos de prova quando a ruptura ocorrer a uma distância maior que 25 mm das garras da máquina de ensaio.

No caso de rejeição, retiram-se corpos de prova adicionais do mesmo rolo ou carretel.

Uma vez atingidos os valores mínimos especificados da carga de ruptura e alongamento, mesmo ocorrendo ruptura nas garras, o ensaio será considerado como válido.

Salvo indicações em contrário, atingindo-se os valores mínimos especificados da carga e do alongamento não é necessário prosseguir o ensaio até a ruptura.

A velocidade de aplicação da carga não deve exceder a 3 daN/mm²/s (30 MPa/s).

Os critérios para este ensaio são definidos na NBR 6349.

Os ensaios para determinação da uniformidade da massa da camada de zinco devem ser executados conforme a NBR 6334.

Os ensaios de enrolamento para verificação da ductilidade do aço e aderência da camada de zinco

devem ser executados conforme a NBR 6005.

5.16. Aceitação e Rejeição

O lote inspecionado será aceito desde que atenda os requisitos especificados nos subitens 5.5., 5.6. e 5.7.

Quando um corpo de prova de um lote não satisfaz a algum requisito desta Especificação, ensaios adicionais onde houver falhas, devem ser efetuados em outros dois corpos de prova retirados do mesmo rolo ou carretel.

Não havendo falha em qualquer dos ensaios suplementares o lote será aprovado.

É facultado ao fabricante, na presença do inspetor da Celesc, ensaiar cada rolo ou carretel do lote rejeitado onde houver falha. Serão aceitos somente os que satisfizerem a todos os requisitos desta Especificação.

Os valores de características técnicas indicadas pelo fabricante serão consideradas como garantia da proposta e prevalecerão sobre qualquer publicação ou catálogo eventualmente anexado.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Normas Recomendadas

Na aplicação desta Especificação poderá ser necessário consultar:

NBR 5908 - Cordoalhas de sete fios de aço zincados para cabos pára-raios - Especificação

NBR 5996 - Zinco primário - Especificação

NBR 6005 - Arames de aço - Ensaio de enrolamento - Método de Ensaio

NBR 6334 - Ensaios de revestimento de zinco em produtos de aço ou ferro fundido - Método de Ensaio

NBR 6349 - Fio, barra e cordoalha de aço para armadura de proteção - Ensaio de tração - Método de Ensaio

NBR 6756 - Fio de aço zincado para alma de cabo de alumínio - Especificação

NBR 7310 - Transporte, armazenamento e utilização de bobinas de condutores elétricos em madeira - Procedimento

NBR 7312 - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais - Padronização

NBR 11137 - Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos -

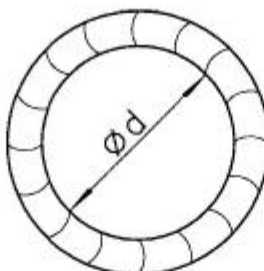
Padronização

7. ANEXOS

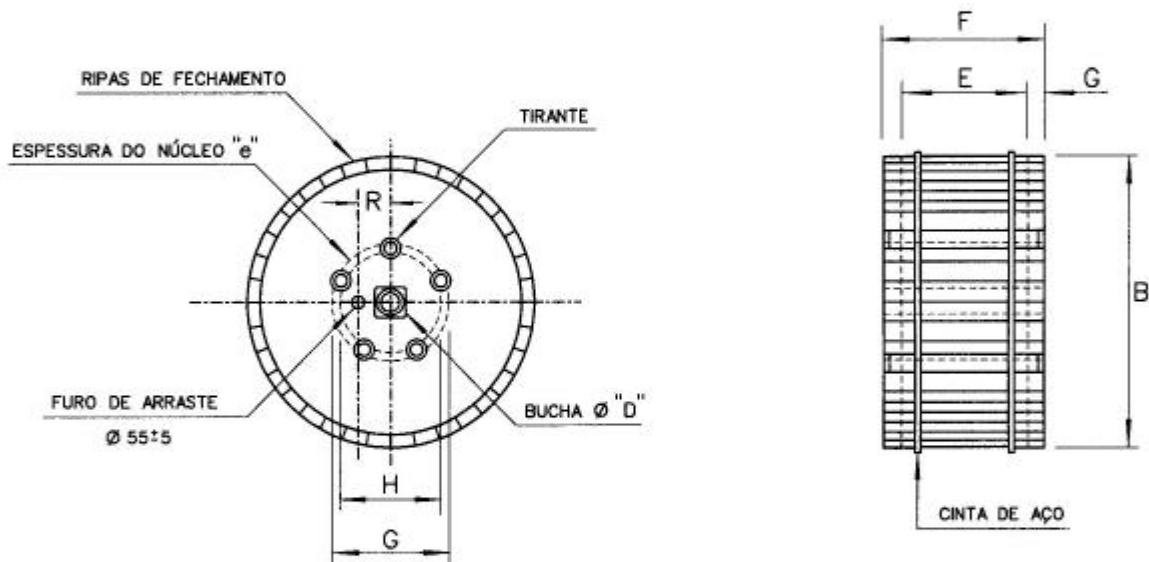
7.1. Padrão de Acondicionamento (Rolo e Carretel)

7.2. Desenho Padrão

7.1. Padrão de Acondicionamento (Rolo e Carretel)



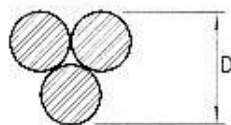
DIÂMETRO "d" (mm)	155	180	225	300	350	400	500
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



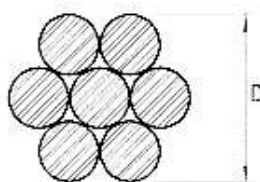
CÓDIGO DO CARRETEL	DIMENSÕES - mm								
	B	C	D	E	F	G	H	R	e
65/25	650	350	83	250	350	50	308	120	20
65/25	650	350	83	450	550	50	308	120	20
80/45	800	350	83	450	550	50	308	120	20
100/60	1000	500	89	600	726	63	430	180	34
125/70	1250	600	89	700	826	63	530	180	34
125/100	1250	600	89	1000	1126	63	530	180	34

7.2. Desenho Padrão

C-01 CABO DE AÇO



3 FIOS



7 FIOS

TABELA 1

ITEM	TIPO		ENCORDOAMENTO Nº DE FIOS x Ø (mm)	DIÂMETRO NOMINAL "D" (mm)	ÁREA NOMINAL (mm²)	MASSA NOMINAL (kg/km)	CARGA RUPTURA MÍNIMA (daN)	RESISTÊNCIA (N /km)	CORRENTE (A)	CÓDIGO CELESC
	ABNT	USD								
1	AR ou HS	COND.	3 x 2,25	4,8	11,93	85	1670	16,07	36,0	233
2	AR ou HS	COND.	7 x 1,57	4,8	14,07	108	1300	13,84	10,2	232
3	MR ou SM	ESTAI	7 x 2,03	6,4	24,88	180	1430	—	—	229
4	MR ou SM	ESTAI	7 x 3,05	9,5	55,60	407	3160	—	—	230

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO

E-313.0017

TÍTULO

CRUZETAS DE MADEIRA

FOLHA

01/16

1. FINALIDADE

Fixar os desenhos padrões e as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de cruzetas de madeira a serem utilizadas no sistema de distribuição de energia elétrica da Celesc.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria Técnica, Agências Regionais, fabricantes e fornecedores de cruzetas de madeira e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Norma Brasileira Registrada – NBR 8458 – Cruzetas de madeira para redes de distribuição de energia elétrica – Especificação.

4. CONCEITOS BÁSICOS**4.1. Faces da Cruzeta**

Chamar-se-ão respectivamente Face A a que apresentar a maior dimensão transversal no seu ponto médio e Face B a que apresentar a menor dimensão transversal no mesmo ponto médio.

4.2. Furos

São as passagens vazadas entre faces paralelas da cruzeta e que servem para fixação de ferragens e acessórios.

4.3. Apodrecimento

É a desintegração da matéria que forma a madeira, causada pela ação destruidora de alguns fungos, reconhecida pela deterioração da madeira que se apresenta fraca, esponjosa, filamentosa, gretada e descorada.

4.4. Cerne

Parte do lenho constituída por camadas internas que, na árvore em crescimento, cessaram de conter células vivas e cujas substâncias de reserva (como por exemplo o amido) foram consumidas ou transformadas em outras peculiares ao cerne.

4.5. Chanfro ou Bisel

Arredondamento das quatro arestas, no sentido longitudinal da cruzeta.

4.6. Cor Natural

Cor característica da espécie de madeira, sem nenhum tratamento corante, com as variações resultantes da idade da árvore, das condições do solo e do ambiente, da exposição ao ar durante a secagem.

4.7. Curvatura

Desvio de direção da cruzeta.

4.8. Durabilidade

Propriedade da madeira resistir, em maior ou menor grau, ao ataque de agentes destruidores, sob condição normal de uso.

4.9. Empilhamento

Operação de dispor as cruzetas em determinadas formas, para secagem e/ou armazenamento.

4.10. Fenda

Separação do tecido lenhoso, ao longo das fibras, nitidamente visível em uma face ou ambas as faces opostas, e nesse caso denominada fenda diametral.

4.11. Greta

Separação da madeira no sentido radial, cujo desenvolvimento não chega a afetar a superfície da cruzeta.

4.12. Madeira Sã

Madeira cuja estrutura não foi afetada por agentes biológicos.

4.13. Nó

Parte inicial de um galho, remanescente na cruzeta, de cor escura, mais duro e quebradiço do que a madeira circundante apresentando em relação a esta, uma aderência relativamente fraca.

4.14. Orifício

Defeito que se manifesta como abertura de seção aproximadamente circular, originada especialmente pelo desprendimento de um nó.

4.15. Racha

Separação dos tecidos lenhosos, ao longo das fibras, entre dois anéis de crescimento.

4.16. Resistência Nominal (RN)

Carga que a cruzeta pode suportar sem sofrer deformações permanentes; deve ser considerada como uma força contida no plano de aplicação dos esforços, passando pelo eixo da cruzeta.

4.17. Limite de Carregamento Excepcional (1,4RN)

Corresponde a uma sobrecarga de 40 % sobre a resistência nominal.

4.18. Carga de Ruptura (2RN)

Carga no mínimo igual a duas vezes a resistência nominal (RN), que provoca a ruptura de uma peça em uma seção transversal.

A ruptura é definida pela carga máxima indicada no aparelho de medida dos esforços, carregando-se a peça de modo contínuo e crescente.

4.19. Módulo de Elasticidade

Relação entre o esforço e a deformação, para tensões abaixo do limite elástico.

4.20. Ruptura da Cruzeta

Rompimento da peça em uma seção transversal. Definida quando se atinge a carga máxima do ensaio (ou carga de ruptura).

4.21. Secagem ao Ar

Processo natural de eliminação da umidade da madeira, unicamente pela livre circulação do ar em torno das peças.

4.22. Veio

Disposição em direção longitudinal, dos elementos constitutivos da madeira. Pode ser expresso como veio direto, inclinado, entrelaçado, etc.

4.23. Veio Inclinado

Veio que se desvia da direção longitudinal da cruzeta.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Condições Gerais

Quanto às exigências para a cruzeta de madeira, prevalecerá, respectivamente o estabelecido:

- a) nesta Especificação;
- b) nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

5.2. Espécies e Características de Madeiras Indicadas para Cruzetas

Madeira Puro Cerne com Densidade Igual ou Superior a 0,81 g/cm³

Nome Vulgar	Abreviatura	Nome Científico	Densidade g/cm ³	Módulo de Elasticidade kgf/cm ²
Abiu-pitomba	APB	Pouteria sp	1,16	183.000
Acariquara	ACR	Minquartia guianenses	1,04	173.900
Achuarana	ACR	Vantanea cupularis	1,07	216.700
Angelim Vermelho	ANG	Dinizia excelsa ducke	1,09	143.500
Angico preto	AGP	Anadenanthera macrocarpa	1,05	166.800
Angico vermelho	AGV	Parapitadenha rígida	0,85	192.300
Araça	ARA	Psidium sp	1,00	122.700
Araça da mata	ARM	Psidium riparium	0,96	125.700
Bacuri	BAC	Platonia insignis	0,83	129.900
Cabriuva parda	CAB	Myrocarpus frondosus	0,91	127.000
Cabriuva vermelha balsamo	CAV	Miroxilon balsamon	0,95	127.800
Canela preta	CAP	Acrodictium sp	0,99	213.900
Carne de vaca	CAN	Vantanea	0,96	190.700
Cobi	COB	Acacia bp	1,09	192.100



Coração de negro	COR	Poecilanthæ parviflora	0,99	127.900
Cumbaru (Baru)	CUB	Dipteryx alata	1,10	137.000
Fava	FAI	Emmotum nitens	0,93	170.700
Faveiro	FAV	Pterodon pubescens benth	0,94	130.400
Garapa (Grapiapunha)	GAR	Apuleia leidcarpa	0,83	143.850
Gibatão	GIB	Astronium graneolens	0,97	172.200
Gonçalo Alves	GON	Astronium macrocalyx	1,07	134.300
Guarajuba	GRA	Terminalia sp	0,90	124.300
Guarantá	GUA	Esenbeckia leiocarpa	0,96	169.800
Guaribu (Itapirucu amarelo)	BAR	Goniorrhachis marginata	1,01	169.900
Imbiriba	IMB	Eschweilera blanchetiana	1,13	201.700
Inhuíba do rego	INH	Holopyxidium sp	0,97	170.700
Ipê pardo	IPP	Tabebuia ochracea	1,01	156.000
Ipê roxo (Ipê una)	IPR	Tabebuia impetiginosa	0,96	165.000
Itaúba preta	ITA	Mezilaurus itauba	0,96	147.900
Jarana	JAR	Holopyxidium jarana	0,93	139.000
Jatobá (Jataí)	JTO	Himenea stilbocarpa	0,96	151.300
Maçaranduba (Paraju)	MAC	Manilkara longifolia	1,00	150.600
Maçaranduba de leite	MAL	Manilkara elata	1,05	155.800
Matá-matá sapateiro	MAM	Eschweilera sp	1,13	174.100
Mandigaú	MAN	Tetrastylidium engleri	0,91	115.000
Muiracatiara	MUI	Astronium lecointei	0,97	125.460
Óleo pardo	OLE	Myrocarpus sp	1,01	199.300
Oiti	OIT	Moquilea tomentosa	0,98	146.000
Pau roxo	PAR	Peltogine recifensis	1,13	152.400
Piquiá	PIQ	Caryocar villosum	0,93	143.900
Piquiarana	PIR	Caryocar glabrum	0,81	139.000

Piqui vinagreiro	PIV	Caryocar barbinerve	0,85	135.200
Pitomba preta	PIP	Zollernia falcata	1,06	200.800
Sapucaia vermelha	SAV	Lecythis pisonis	0,88	90.000
Taiúva (Amoreira)	AMO	Chlorophora tinctoria	0,88	135.000
Tanibuca	TAN	Buchenavia	0,88	137.600
Tatajuba	TAT	Bagaça guianensis	0,82	161.000

Outras espécies de madeira poderão ser utilizadas desde que atendidas as características mecânicas e de durabilidade das madeiras de lei e com aprovação prévia da Celesc.

Quando solicitado pela Celesc, o fornecedor deve apresentar comprovação da espécie da madeira utilizada.

Na retirada das cruzetas das toras, não devem ser aproveitados os miolos ou medulas.

5.3. Preparação e Exigência de Fabricação

5.3.1. Sazonamento

As cruzetas devem ser submetidas a processo de secagem natural.

A secagem natural deve ser ao ar livre e as peças devem ser mantidas em pátio de secagem situado à sombra por tempo suficiente, de modo a atingir o teor de umidade especificado. O pátio de secagem deve situar-se em lugares altos, bem drenados, não úmidos, livre de vegetação e detritos. As cruzetas devem ser reunidas em camadas de modo a permitir boa ventilação entre elas.

5.3.2. Separação

As cruzetas devem ser separadas em grupos de mesma espécie, dimensões, conteúdo de umidade, evitando-se, na mesma carga, cruzetas verdes e secas.

5.4. Forma e Acabamento

As cruzetas devem possuir as características padrão exigidas para cada tipo e devem ser isentas de defeitos.

5.5. Defeitos

As cruzetas de madeira de lei devem ser isentas dos seguintes defeitos:

- a) sinais de deterioração (fungos e insetos);
- b) avarias provenientes do corte ou transporte;
- c) fraturas transversais;
- d) depressões acentuadas;
- e) curvaturas;
- f) orifícios, pregos, cavilhas ou quaisquer peças metálicas não autorizadas;
- g) sinuosidade em qualquer trecho;
- h) fendas;
- i) rachas;
- j) nós ou orifícios de nós em qualquer trecho;
- l) fibras reversas;
- m) veios inclinados ou espiralados.

5.6. Identificação

Deve ser gravado de forma legível e em relevo, em placa de alumínio ou aço inoxidável, pregada na extremidade da cruzeta com 4 pregos de aço galvanizado, latão ou alumínio:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) mês e ano de preparação;
- c) sigla da variedade da madeira (conforme tabela do subitem 5.2. desta Especificação).

Os dados desta identificação devem estar dispostos um abaixo do outro, na ordem indicada.

5.7. Furos

Os furos devem ser cilíndricos, totalmente desobstruídos e ter eixo perpendicular ao plano da face da cruzeta.

5.8. Tolerância

Para qualquer tipo e dimensão de cruzeta, admite-se a tolerância de ± 1 mm para os diâmetros dos furos. As demais tolerâncias estão indicadas nos desenhos padrões do Anexo 7.1. desta Especificação.

5.9. Armazenamento

As cruzetas devem ser empilhadas a pelo menos 400 mm acima do solo, sobre apoios de metal, concreto ou madeira preservada, de maneira que as mesmas não apresentem flechas perceptíveis devido ao seu peso próprio. A estocagem deve permitir ventilação entre as peças, à sombra e em local livre de vegetação e detritos.

5.10. Condições Específicas

5.10.1. Teor de Umidade

O teor de umidade médio de um lote de cruzetas não deve ser superior a 20%. Para qualquer cruzeta individualmente, admite-se um acréscimo de até 5% do índice estabelecido.

5.10.2. Resistência à Flexão

5.10.2.1. Resistência Nominal (RN = 400 DaN)

Quando aplicada a resistência nominal, deverão ser atendidos os valores explicitados nos desenhos padrões dos Anexos 7.1. e 7.2 desta Especificação.

5.10.2.2. Limite de Carregamento Excepcional (1,4RN)

Corresponde a uma sobrecarga de 40% sobre a resistência nominal. Após a retirada desta carga deve-se verificar o fechamento das trincas.

5.10.2.3. Limite de Carregamento de Ruptura (2RN)

Corresponde a uma carga igual a 2 vezes a resistência nominal e que provoca a ruptura da peça em uma seção transversal.

5.11. Inspeção e Ensaios

5.11.1. Generalidades

Os ensaios de recebimento compreendem, seqüencialmente:

- a) inspeção na fabricação;
- b) inspeção geral;
- c) ensaio de verificação do teor de umidade e da massa;
- d) ensaio de resistência à flexão.

5.11.1.1. Inspeção na Preparação

Compreende a verificação da espécie da madeira, sazonalidade, separação e armazenamento.

5.11.1.2. Inspeção Geral

Antes de ser efetuado o ensaio para verificação do teor de umidade e massa, deve-se fazer uma inspeção geral comprovando que as cruzetas estão em conformidade com a classificação requerida, verificando:

- a) dimensões, conforme desenho padrão;

- b) forma e acabamento, conforme subitem 5.4. desta Especificação;
- c) identificação, conforme subitem 5.6. desta Especificação.

5.11.1.3. Verificação da Massa Mínima

O inspetor deverá selecionar e medir o teor de umidade das cruzetas, segundo o subinciso 5.11.1.4. e o plano de amostragem da tabela 2, medi-las e pesá-las, devendo encontrar o seguinte resultado:

$$Pc \geq [(L \times E \times C) - K] \times D \times (1 + U / 100) / 1,15$$

onde:

Pc = peso da cruzeta, em g

L = comprimento da cruzeta, em cm

E = maior dimensão da seção reta da cruzeta, em cm

C = menor dimensão da seção reta da cruzeta, em cm

U = teor de umidade medido, em %

K = volume de madeira equivalente aos furos e biséis, em cm³

D = densidade mínima da madeira, igual a 0,81 g/cm³

Valor de K:

cruzeta de 2,4 m = 950 cm³

cruzeta de 5,0 m = 1350 cm³

5.11.1.4. Verificação do Teor de Umidade

Após o período de sazonalidade, o teor de umidade apresentado pelas cruzetas deve ser o indicado em 5.10.1. desta Especificação.

O teor de umidade de uma cruzeta, quando determinado por medidor do tipo resistência ou

por processo com retirada de amostras da cruzeta, deve ser a média de 3 medições, efetuadas em pontos distanciados de pelo menos 500 mm.

5.11.1.5. Resistência à Flexão

As cruzetas devem satisfazer as exigências de flecha e carga de ruptura previstas no inciso 5.10.2. e nos desenhos padrões anexos.

5.11.2. Planos de Amostragem para Inspeção Geral e Verificação do Teor de Umidade

O tamanho da amostra ou série de tamanho de amostras (número de cruzetas de cada lote a ser inspecionado) e o critério de aceitação do lote (número de aceitação com rejeição) para inspeção geral, verificação do teor de umidade, devem estar de acordo com a tabela a seguir:

Plano de Amostragem para os Ensaios de Rotina

Lote	Inspeção Geral				Verificação Teor de Umidade e Massa			
	Nível de Inspeção II NQA 4%				Nível de Inspeção I NQA 4%			
	Seqüência	Tamanho Amostra	Ac	Re	Seqüência	Tamanho Amostra	Ac	Re
Até 25	-	3	0	1	-	3	0	1
26 a 90	1 ^a 2 ^a	8 8	1 1	2 2				
91 a 150	1 ^a 2 ^a	13 13	0 3	3 4	1 ^a	8	0	2
151 a 280	1 ^a 2 ^a	20 20	1 4	4 5	2 ^a	8	1	2
281 a 500	1 ^a 2 ^a	32 32	2 6	5 7	1 ^a 2 ^a	13 13	0 3	3 4
501 a 1200	1 ^a 2 ^a	50 50	3 8	7 9	1 ^a 2 ^a	20 20	1 4	4 5
1201 a 3200	1 ^a 2 ^a	80 80	5 12	9 13	1 ^a 2 ^a	32 32	2 6	5 7
3201 a 10.000	1 ^a 2 ^a	125 125	7 18	11 19	1 ^a 2 ^a	50 50	3 8	7 9

Notas:

1. Ac = número de peças defeituosas que ainda permite aceitar o lote
2. Re = número de peças defeituosas que implica na rejeição do lote

Para a amostragem dupla o procedimento deve ser o seguinte:

Ensaiai um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra obtida da tabela.

Se o número de unidades defeituosas estiver compreendido entre Ac e Re (excluindo estes valores), deve ser ensaiada a segunda amostra.

O total de unidades defeituosas encontradas após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.

5.11.3. Plano de Amostragem para Ensaio de Resistência à Flexão

O tamanho da amostra para efetuar o ensaio de resistência à flexão (elasticidade e carga de ruptura) deve ser uma cruzeta para cada tipo de cruzeta e espécie de madeira, para cada sub-lote de até 200 unidades, convenientemente agrupadas.

Caso o ensaio realizado não seja satisfatório, o fornecedor deve repetir o ensaio em uma amostra equivalente ao dobro da primeira, sem qualquer ônus para a Celesc, e no caso de ocorrer qualquer falha, todo o lote sob inspeção deve ser rejeitado.

5.11.4. Inspeção Visual

Deve ser processada em todas as cruzetas, ou seja, inspeção 100 %.

5.11.5. Inspeção por Atributos

Para qualquer consideração adicional sobre determinação de planos de amostragem, devem ser consultadas as NBR 5426 e NBR 5427.

5.11.6. Aceitação e Rejeição

A não conformidade de uma cruzeta com qualquer uma das características definidas, determina sua rejeição.

Todas a cruzetas de lotes aceitos, rejeitadas pelos ensaios, recebimento, ou destruídas em ensaios, devem ser substituídas pelo fornecedor, por unidades novas e perfeitas, sem ônus para a Celesc.

A aceitação de um determinado lote não exime o fornecedor da responsabilidade de fornecer as peças de conformidade com as exigências desta especificação e nem invalida as reclamações que a Celesc possa fazer a respeito da qualidade do material empregado e/ou fabricação das peças.

Mesmo após a sua retirada da fábrica, o lote pode ser novamente inspecionado e submetido aos ensaios, como conhecimento prévio e presença eventual do fornecedor.

Se constatada qualquer divergência com o estipulado nesta Especificação, o lote pode ser recusado, sendo que as despesas de reposição correm por conta do fornecedor.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Normas Recomendadas

Na aplicação desta Especificação, poderá ser necessário consultar:

NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimentos

NBR 5427 - Guia para utilização da NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimentos

NBR 6232 - Penetração e retenção de preservativo em postes de madeira - Método de ensaio

NBR 8459 - Cruzetas de madeira para redes de distribuição de energia elétrica - Padronização

7. ANEXOS

7.1. Desenho Padrão R-03 Cruzeta de Madeira (2400 mm)

7.2. Desenho Padrão R-03 Cruzeta de Madeira (5000 mm)

7.1. Desenho Padrão R-03 Cruzeta de Madeira (2400 mm)

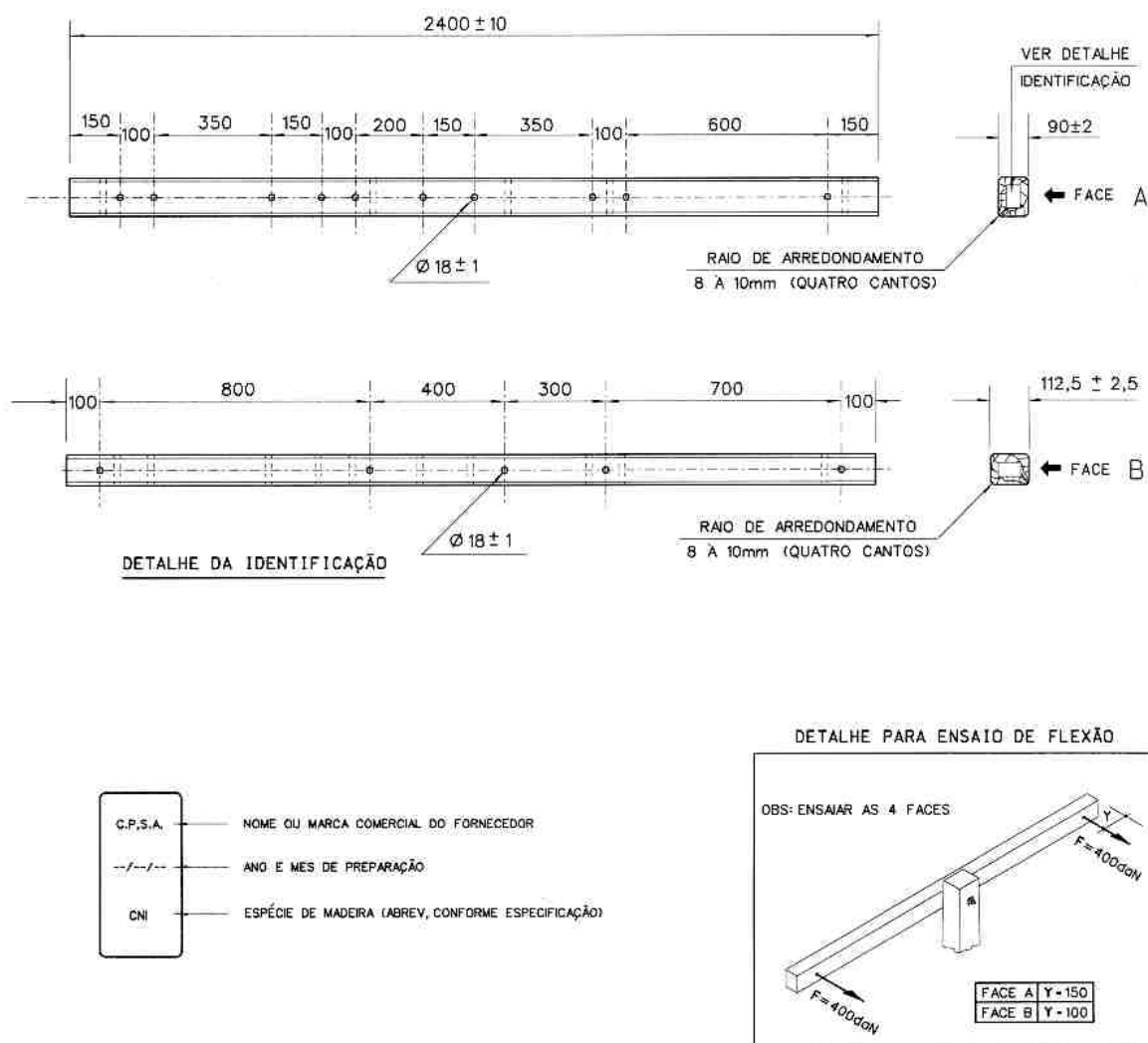
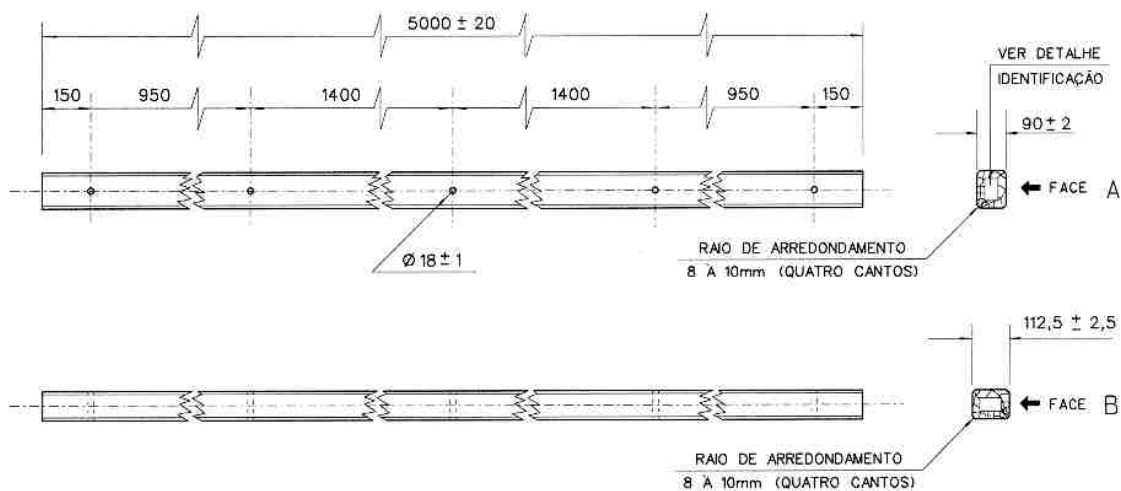


TABELA 1 – CARGAS ADMISSÍVEIS A FLEXÃO E FLECHAS ADMISSÍVEIS

COMPRIMENTO CRUZETA (mm)	RESISTÊNCIA A FLEXÃO F (daN)		FLECHA (mm)		OBSERVAÇÃO
			MÁXIMA	RESIDUAL	
2400	RN	400	75	3	1 - OS VALORES INDICADOS DEVERÃO SER APLICADOS EM CADA EXTREMIDADE DA CRUZETA SIMULTANEAMENTE 2 - A CRUZETA SOB ENSAIO DEVERÁ SER APOIADA NUM DISPOSITIVO COM LARGURA DE 150mm (+/-1mm)
	1,4RN	560	100	5	
	2 RN	800	—	—	

7.2. Desenho Padrão R-03 Cruzeta de Madeira (5000 mm)



DETALHE DA IDENTIFICAÇÃO

C.P.S.A.	NOME OU MARCA COMERCIAL DO FORNECEDOR
--/--	ANO E MES DE PREPARAÇÃO
CNI	ESPÉCIE DE MADEIRA (ABREV. CONFORME ESPECIFICAÇÃO)

DETALHE PARA ENSAIO DE FLEXÃO (FACE B)

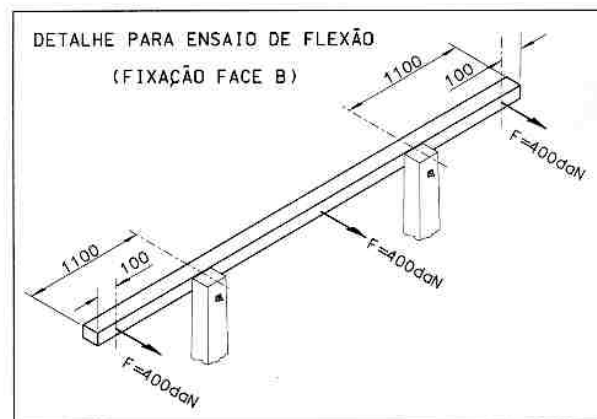
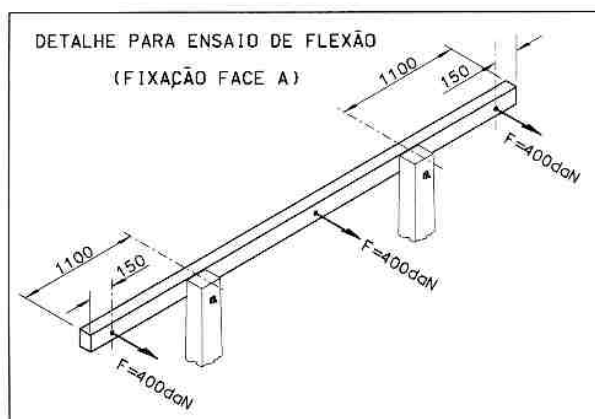


TABELA 1 - CARGAS ADMISSÍVEIS A FLEXÃO E FLECHAS ADMISSÍVEIS

COMPRIMENTO CRUZETA (mm)	RESISTÊNCIA A FLEXÃO F (daN)		FLECHA (mm)		OBSERVAÇÃO
			MÁXIMA	RESIDUAL	
5000	RN	400	95	4	1 - OS VALORES INDICADOS DEVERÃO SER APLICADOS NA CRUZETA SIMULTANEAMENTE 2 - A CRUZETA SOB ENSAIO DEVERÁ SER APOIADA NUM DISPOSITIVO COM LARGURA DE 150mm (+/-1mm)
	1,4RN	560	132	7	
	2 RN	800	—	—	

CÓDIGO-CELESC 6242111

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DA DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO

TÍTULO

FOLHA

E-313.0018

CABO DE ALUMÍNIO NU - CA E CAA

1/29

1. FINALIDADE

Fixar os desenhos padrões e as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de cabos de alumínio nu - CA e/ou CAA, empregados como condutores em redes aéreas de distribuição e transmissão de energia elétrica da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria Técnica, Agências Regionais, fabricantes e fornecedores de cabos de alumínio e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

- a) Norma Brasileira Registrada - ABNT NBR 7270 - Cabos de Alumínio Nus com Alma de Aço Zincado para Linhas Aéreas – Especificação;
- b) ABNT NBR 7271 - Cabos de Alumínio Nus para Linhas Aéreas - Especificação.

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em partes, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto às eventuais alterações.

4. CONCEITOS BÁSICOS**4.1. Cabo de Alumínio CA**

Cabo formado por uma ou mais coroas de fios de alumínio, em torno de um fio central de alumínio.



4.2. Cabo de Alumínio CAA

Cabo formado por uma ou mais coroas de fios de alumínio, em torno de uma alma de aço composta de um ou mais fios.

4.3. Cabo Classe AA

São aqueles utilizados como condutores nus.

4.4. Seção de um Cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

4.5. Alma

Fio ou conjunto de fios que formam o núcleo central de um cabo para aumentar sua resistência mecânica.

4.6. Coroa

Conjunto de fios equidistantes do fio central.

4.7. Encordoamento

Disposição helicoidal dos fios que formam um cabo.

4.8. Relação de Encordoamento

Razão entre o comprimento axial de uma hélice completa de um fio encordado e o diâmetro externo da hélice.

4.9. Espula

Carretel destinado a receber os fios componentes do condutor para o processo de encordoamento.



4.10. Bobina

Peça constituída por um fio ou cabo metálico enrolado num carretel.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Exigências

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerá esta Especificação e as normas da ABNT.

Os casos não previstos nesta Especificação, em que haja necessidade de estudos complementares, deverão ser encaminhados ao Departamento de Engenharia e Planejamento do Sistema Elétrico/Divisão de Engenharia e Normas DPEP/DVEN.

Para fornecimento, quando solicitado, o fabricante deve possuir certificado de homologação do produto - CHP da marca do produto ofertado conforme E-313.0045 e ou o preenchimento do Anexo 7.3. a ser enviado junto com a proposta comercial.

5.2. Material

Os fios componentes dos cabos CA e CAA devem ser de alumínio 1350 têmpera H19, conforme a ABNT NBR 5118 e fios de aço zincado a quente, com zincagem classe 1 ou A, conforme a ABNT NBR 6756 ou cordoalhas de fio de aço zincado, conforme ABNT NBR 15583.

5.2.1. Massa Específica

Para fins de cálculo a massa específica dos fios de alumínio é considerada como $2,703 \text{ g/cm}^3$, e para os fios de aço $7,780 \text{ g/cm}^3$, a 20°C .

5.2.2. Resistência Elétrica e Massa

A resistência elétrica e/ou a massa de qualquer comprimento de cabo é obtida multiplicando-se o valor da resistência e/ou da massa de igual comprimento de um fio componente pela constante correspondente ao número de fios do condutor constante na tabela 1.



Tabela 1: Valores referenciais para a obtenção da resistência elétrica e ou massa por comprimentos de qualquer condutor

Tipo do Cabo	Número de Fios		Constantes		
			Constantes de encordoamento para obtenção da massa e resistência elétrica k		Resistência Elétrica
	Alumínio	Aço	Alumínio	Aço	
CA	7	-	7,091	-	0,14470
	19	-	19,340	-	0,05357
	37	-	37,740	-	0,02757
	61	-	62,350	-	0,01676
CAA	6	1	6,091	1,000	0,16920
	26	7	26,650	7,032	0,03928

5.2.3. Fios de Alumínio Antes do Encordoamento

Os fios de alumínio de tempera H19, antes do encordoamento devem atender os requisitos dimensionais, mecânicos e elétricos da ABNT NBR 5118, resumidos na tabela 2.

Tabela 2: Características físicas dos fios de alumínio antes do encordoamento

Diâmetro Nominal			Resistência à Tração Mínima		Alongamento à ruptura em 250 mm		Resistividade Elétrica máxima a 20°C
(mm)			(MPa)		(%)		(Ohm.mm ² /m)
Acima de	Até	Tolerância	Média Mínima	Mínima Individual	Média Mínima	Mínima Individual	61% IACS
0,27	1,27	±0,01	172	159	-	-	0,028264
1,27	1,52	±0,03	200	186	1,4	1,2	
1,52	1,78	±0,03	197	186	1,5	1,3	
1,78	2,03	±0,03	193	183	1,6	1,4	
2,03	2,29	±0,03	190	179	1,6	1,5	
2,29	2,54	±0,03	186	176	1,6	1,5	
2,54	2,79	±0,03	179	169	1,6	1,5	
2,79	3,05	±0,03	176	165	1,7	1,6	
3,05	3,56	±1%	172	162	1,8	1,7	
3,56	3,81	±1%	169	162	1,9	1,8	
3,81	4,57	±1%	165	159	2,0	1,9	
4,57	5,33	±1%	165	159	2,1	2,0	
5,33	6,60	±1%	162	155	2,3	2,2	



5.2.4. Fios de Alumínio Após o Encordoamento

Quando submetido ao ensaio de resistência à tração, o fio de alumínio retirado do cabo deve apresentar um valor de tensão de ruptura pelo menos igual a 95% do valor exigido antes do encordoamento. Quanto à ductilidade, o fio deve apresentar as mesmas características de antes do encordoamento.

Deve apresentar valor mínimo de condutividade de 61% IACS a 20°C.

A medição deve ser feita à temperatura ambiente não inferior a 5°C e nem superior a 40°C.

Os fios devem estar limpos e a variação de temperatura deve ser corrigida conforme a tabela, sendo o cálculo da condutividade percentual a 20°C, para condutor de alumínio, feito pela fórmula:

$$C\% = \frac{k}{R_{t^0} \times m}$$

Onde:

C% - condutividade percentual a 20°C

K - constante referida a temperatura t°

Rt° - resistência medida a temperatura t°

m - massa do fio (g/m)



Tabela 3: Constante “k” referida a temperatura “T°”

t° (°C)	K	t° (°C)	K	t° (°C)	K	t° (°C)	K
5,0	4,3785	14,0	4,5476	23,0	4,7166	32,0	4,8856
5,5	4,3879	14,5	4,5569	23,5	4,4726	32,5	4,8950
6,0	4,3986	15,0	4,5663	24,0	4,7354	33,0	4,9044
6,5	4,4067	15,5	4,5757	24,5	4,7448	33,5	4,9138
7,0	4,4161	16,0	4,5851	25,0	4,7541	34,0	4,9232
7,5	4,4255	16,5	4,5945	25,5	4,7635	34,5	4,9326
8,0	4,4349	17,0	4,6039	26,0	4,7729	35,0	4,9419
8,5	4,4443	17,5	4,6133	26,5	4,7823	35,5	4,9513
9,0	4,4536	18,0	4,6227	27,0	4,7917	36,0	4,9607
9,5	4,4630	18,5	4,6321	27,5	4,8011	36,5	4,9701
10,0	4,4724	19,0	4,6415	28,0	4,8105	37,0	4,9795
10,5	4,4818	19,5	4,6508	28,5	4,8199	37,5	4,9889
11,0	4,4912	20,0	4,6602	29,0	4,8293	38,0	4,9983
11,5	4,5006	20,5	4,6696	29,5	4,8387	38,5	5,0077
12,0	4,5100	21,0	4,6790	30,0	4,8480	39,0	5,0171
12,5	4,5194	21,5	4,6884	35,0	4,4574	39,5	5,0265
13,0	4,5288	22,0	4,6978	40,0	4,8668	40,0	5,0359
13,5	4,5382	22,5	4,7072	45,0	4,8762		

5.2.5. Fios de Aço Antes do Encordoamento

Os fios de aço, antes do encordoamento, devem ser zincados na classe 1 ou A, e atender os requisitos indicados na ABNT NBR 6756, resumidos nas tabelas 4, 5, 6 e 7.

Tabela 4: Requisitos de zincagem para os fios de aço antes do encordoamento

Diâmetro Nominal		Massa mínima da camada de Zinco	Nº de imersões de 1 min
(mm)		(g/m ²)	(preece)
acima	até	Classe 1 ou A	Classe 1 ou A
1,24	1,52	185	2
1,52	1,90	200	2
1,90	2,28	215	2
2,28	2,64	230	2½
2,64	3,05	245	3
3,05	3,56	260	3
3,56	4,57	275	3½
4,57	5,50	305	3½



Nota: ½ imersão equivale a uma imersão de 30 segundos.

A camada de zinco deve ter espessura uniforme e deve aderir firmemente ao aço.

A zincagem deverá ser por imersão em banho de zinco em fusão, sendo que as porcentagens máximas de impurezas permissíveis nos lingotes de zinco virgem estão na tabela 5.

Tabela 5: Teor máximo de impurezas do banho de Zinco

Teor máximo de impurezas	
Chumbo	0,07%
Ferro	0,02%
Cádmio	0,03%
Alumínio	0,005%
Total máximo	0,10%

Tabela 6: Requisitos mecânicos para os fios de aço

Diâmetro Nominal		Tensão mínima a 1% de alongamento	Limite mínimo de resistência à tração	Alongamento mínimo na ruptura, em 250 mm
(mm)		(MPa)	(MPa)	(%)
acima	até	Classe 1 ou A	Classe 1 ou A	Classe 1 ou A
1,24	2,28	1310	1450	3,0
2,28	3,05	1280	1410	3,5
3,05	3,56	1240	1410	4,0
3,56	5,50	1170	1380	4,0



Tabela 7: Tolerâncias para a dimensão dos diâmetros dos fios de aço

Diâmetro Nominal		Tolerância	
(mm)		(mm)	
acima	até	Para menos	Para mais
1,24	2,28	0,03	0,04
2,28	3,05	0,05	0,05
3,05	3,56	0,05	0,08
3,56	5,50	0,08	0,10

5.2.6. Fios de Aço Após o Encordoamento

Os fios de aço, após o encordoamento, devem apresentar o limite de resistência à tração e à tensão a 1% de alongamento, no mínimo iguais a 95% do valor especificado antes do encordoamento. O alongamento na ruptura, em 250 mm, pode apresentar uma queda de até 0,5, em valor numérico, do valor especificado antes do encordoamento.

Os fios devem manter a ductilidade e as características da camada de zinco exigidas antes do encordoamento.

5.3. Acabamento

O cabo deve apresentar diâmetro uniforme e ter acabamento sem fissuras, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento e outros defeitos que possam afetar seu desempenho.

5.4. Emendas

Nos cabos com 7 fios não é permitida qualquer emenda nos fios componentes.

Nos cabos com mais de 7 fios somente são permitidas emendas nos fios de alumínio rompidos devido a ocorrências acidentais durante o processo de encordoamento.

As emendas devem conservar a forma geométrica do fio original.

As emendas nos fios de alumínio feitas durante o encordoamento devem ser separadas com mais de 15 m de qualquer outra emenda, em qualquer coroa e são permitidas no máximo 4 por lance do condutor. As emendas devem ser feitas por pressão a frio, solda elétrica de topo ou outro método adequado e que mantenha a qualidade do produto.

Nos fios com emendas feitas por solda elétrica de topo, deve ser efetuado tratamento térmico de



recozimento até uma distância mínima de 250 mm de cada lado da emenda.

As emendas feitas por solda elétrica de topo e seguidas de recozimento devem apresentar tensão de ruptura superior a 75 MPa e quando feitas por pressão a frio, deverão apresentar tensão de ruptura superior a 130 MPa, não sendo exigido, porém, nenhum requisito quanto à ductilidade.

Nos fios de aço não são permitidas emendas.

5.5. Resistência Mecânica Calculada - RMC

A resistência mecânica calculada do cabo completo deve ser tomada como a soma das contribuições de todos os fios componentes.

A contribuição de resistência oferecida pelos fios de alumínio deve ser tomada como um percentual da soma das cargas de ruptura dos fios de alumínio, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e do limite da resistência à tração, indicados no inciso 5.2.3.

A contribuição de resistência oferecida pelos fios da alma de aço deve ser tomada como um percentual da soma das cargas dos fios de aço, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e das tensões mínimas a 1% de alongamento sob carga, conforme indicado no inciso 5.2.5.

O fator para a obtenção da RMC do cabo completo pode ser encontrado na tabela 8.

Tabela 8: Fatores para a obtenção da RMC do cabo completo

TIPO DO CABO	ENCORDOAMENTO		FATOR DE CORREÇÃO (%)	
	NÚMERO DE FIOS			
	ALUMÍNIO	AÇO	ALUMÍNIO	AÇO
CAA	6	1	96	96
	26	7	93	96
CA	7	-	96	-
	19	-	93	-
	37	-	91	-
	61	-	90	-

5.6. Módulo de Elasticidade Final

Cabo CA com 7 fios: 60.000 MPa

Cabo CA com 19 e 37 fios: 57.000 MPa

Cabo CA com 61 fios: 55.000 MPa

Cabo CAA com 6/1 fios: 79.000 MPa



Cabo CAA com 26/7 fios: 74.000 MPa

A tolerância para o módulo de elasticidade é de ± 3.000 MPa.

5.7. Coeficiente de Dilatação Linear

Cabo CA (todos): $23 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Cabo CAA com 6/1 fios: $19,1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Cabo CAA com 26/7 fios: $18,9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

5.8. Encordoamento

O cabo deve ser encordoado uniformemente em toda a sua extensão e o sentido do encordoamento nas coroas sucessivas deve ser alternado, sendo o da coroa externa para a direita.

5.9. Relação de Encordoamento

A relação de encordoamento dos cabos CA deve ser conforme a tabela 9 e dos cabos CAA conforme a tabela 10.

Tabela 9: Relação de encordoamento para cabos CA

Número de Fios do Cabo	Coroa de 6 fios		Coroa de 12 fios		Coroa de 18 fios		Coroa de 24 fios	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
7	10	14						
19	10	16	10	14				
37	10	16	10	16	10	14		
61	10	16	10	16	10	15	10	14

Tabela 10: Relação de encordoamento para cabos CAA

Número de Fios do Cabo	Fios de Alumínio				Fios de Aço	
	Última Coroa		Penúltima Coroa		Coroa de 6 Fios	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
6/1	10	14				
26/7	10	13	10	16	18	28



5.10. Seção Transversal

A área calculada da seção transversal de um cabo, em função dos diâmetros medidos dos fios componentes, não pode ser inferior a 98% do valor nominal.

5.11. Dimensões e Formação

A formação, as dimensões, a massa nominal, a Resistência Mecânica Calculada - RMC, o raio médio geométrico, a resistência elétrica a 20°C e a capacidade de condução de corrente se encontram no Anexo 7.1.

5.12. Acondicionamento e Fornecimento

Os cabos devem ser acondicionados em rolos ou em carretéis conforme a E-141.0001.

Os carretéis de madeira devem atender aos requisitos da ABNT NBR 11137 e a madeira utilizada para a confecção dos carretéis deve atender a ABNT NBR 6236, com durabilidade mínima de 24 meses.

Deve-se proceder a proteção adequada quando a madeira para os carretéis possuírem tratamento preservativo a base de cobre.

O acondicionamento em rolos deve ser limitado à massa líquida de 40 kg, para movimentação manual.

É permitida uma variação de menos 5% no lance nominal de cabos com seção superior a 2 AWG (35 mm²) e menos 10% para o cabo com seção igual ou inferior a 2 AWG (35 mm²).

É permitida a entrega de até 10% da massa da encomenda em lances não inferiores a 50% do comprimento nominal.

A quantidade em massa da encomenda indicada no pedido de compra pode sofrer uma tolerância de entrega de menos 2%.

Os carretéis devem ser marcados nas duas faces laterais externas, diretamente sobre o disco ou em plaqueta metálica, com caracteres legíveis e indelévels, com as seguintes indicações:

- a) nome do fabricante e CNPJ;
- b) endereço da fábrica;
- c) indústria brasileira;
- d) tipo de condutor e formação do condutor;



- e) seção do condutor em mm^2 e seção em AWG, diâmetro médio do condutor;
- f) número de lances e comprimento em metros;
- g) massa líquida e bruta em quilogramas;
- h) número de série da bobina para fins de rastreabilidade;
- i) número do documento de compra;
- j) destino (cidade, estado, almoxarifado);
- l) seta indicadora do sentido de desenrolar o cabo;
- m) código do carretel.

As alíneas *d*, *f* e *h* devem, obrigatoriamente, estar gravadas no próprio carretel, independente de constarem na etiqueta de identificação.

Os rolos devem conter uma etiqueta com as indicações acima, exceto as alíneas *h*, *l* e *m*.

Na extremidade da última camada do cabo, deve ser amarrada uma etiqueta indelével com as indicações acima, exceto a alínea *l* para as bobinas e alíneas *h*, *l* e *m* para os rolos.

No caso de bobinas, contendo mais de um lance de fabricação, o ponto correspondente ao fim de um lance e início de outro deve ser indicado com fita, de modo a ficar visível durante a retirada do cabo.

5.13. Encomenda do Cabo

No edital de concorrência devem ser especificados:

- a) tipo de cabo;
- b) massa total do fornecimento em quilograma;
- c) comprimento das unidades de expedição em metros;
- d) área do condutor em mm^2 ou seção em AWG;



- e) classe do condutor;
- f) formação (nº de fios/diâmetro em milímetro);
- g) tipo de acondicionamento (rolo ou carretel);
- h) classe de zincagem dos fios de aço.

5.14. Inspeção

5.14.1. Condições Gerais de Inspeção

O fornecedor tomará todas as providências para que a inspeção dos materiais se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta Especificação.

Assim, deverá proporcionar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estão sendo fabricados os materiais, ao local de embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de fornecer todos os instrumentos e dispositivos para realizá-los.

A solicitação de inspeção deve ser comunicada com antecedência mínima de 10 dias úteis.

Todos os ensaios previstos nesta Especificação devem ser realizados à custa do fabricante.

A aceitação do material pela Celesc D. seja pela comprovação dos valores ou por eventual dispensa da inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer o material em plena concordância com o Pedido de Compra e com esta Especificação, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a Celesc D. venha a fazer baseada na existência de material inadequado ou defeituoso.

Por outro lado a rejeição do material em virtude de falhas constatadas através da inspeção, durante os ensaios, ou em virtude da discordância com o Pedido de Compra ou com esta Especificação, não eximirá o fornecedor em fornecê-lo na data de entrega prometida. Se na opinião da Celesc D., a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a Celesc D. se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material de outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.



Na inspeção de recebimento no almoxarifado da Celesc D. o material estará sujeito a repetição dos ensaios de recebimento previstos e o custo, neste caso, será por conta da Celesc D.

5.15. Ensaaios

Os ensaios previstos nesta Especificação são classificados em:

- a) ensaios de tipo;
- b) ensaios de recebimento;
- c) ensaios complementares.

Os ensaios relacionados não invalidam a realização daqueles que o fornecedor julgar necessário para controlar a qualidade do seu produto.

5.15.1. Ensaaios de Tipo

Estes ensaios devem ser realizados com a finalidade de demonstrar o satisfatório comportamento do projeto do cabo. Por isso não precisam ser repetidos, a menos que haja modificação de materiais ou de construção do cabo, que possa modificar o seu desempenho.

Após a realização dos ensaios de tipo, deve ser emitido um certificado pelo fabricante ou por entidade reconhecida pelo fabricante e pela Celesc D. Este certificado só é válido se for aprovado pela Celesc D. A aprovação só pode ser utilizada pelo fabricante, para outros compradores, se a Celesc D. autorizar.

Quando os ensaios de tipo, já certificados pelo fabricante, forem solicitados pela Celesc D para um pedido de compra, o seu custo deve ser objeto de acordo comercial.

Os ensaios de tipo previstos nesta Especificação são:

- a) ensaio de tensão-deformação do cabo;
- b) ensaio para determinar o coeficiente de dilatação linear;
- c) ensaio de ruptura do cabo completo.



5.15.2. Ensaaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento previstos nesta Especificação são:

- a) inspeção visual - verificação dimensional e verificações gerais como: acabamento do cabo e dos fios componentes, verificação da composição, determinação do diâmetro do cabo e dos fios componentes e verificação das características de encordoamento, da massa do cabo e procedência dos lingotes ou vergalhão;
- b) verificação da embalagem e do acondicionamento do cabo;
- c) resistividade e condutividade dos fios de alumínio;
- d) limite de resistência à tração nos fios componentes;
- e) tensão a 1% de alongamento sob carga dos fios de aço;
- f) ductilidade dos fios de alumínio e aço;
- g) revestimento de zinco dos fios de aço (uniformidade, massa e aderência da camada).

5.15.3. Ensaaios Complementares de Recebimento

São ensaios realizados a custas da Celesc D, nas instalações do fornecedor ou em laboratório capacitado, por ocasião do recebimento de cada lote.

O ensaio complementar previsto é o ensaio de tensão-deformação do cabo.

A execução do ensaio fica a critério da Celesc D e deve ser solicitada através do Pedido de Compra.

O pagamento do ensaio por parte da Celesc D estará condicionado à aceitação do lote.

A amostra para a execução do ensaio constitui-se de 3 corpos de prova de comprimento suficiente para a realização do ensaio, retiradas de qualquer unidade do lote e ao inteiro critério do inspetor da Celesc D.



5.15.4. Plano de Amostragem

Os ensaios previstos para os fios componentes podem ser efetuados antes ou após o encordoamento.

O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e rejeição do lote completo para inspeção geral e ensaios elétricos e mecânicos devem ser de acordo com os subincisos a seguir.

5.15.4.1. Ensaio dos Fios Antes do Encordoamento

No caso dos ensaios serem efetuados antes do encordoamento, deve ser aplicado o plano de amostragem estabelecido na tabela 11.

Tabela 11: Plano de amostragem dupla normal

TAMANHO DO LOTE	NÍVEL DE INSPEÇÃO II; NQA = 2,5%					
	PRIMEIRA AMOSTRA			SEGUNDA AMOSTRA		
	UNIDADES A ENSAIAR	AC1	RE1	UNIDADES A ENSAIAR	AC2	RE2
02 a 08	2	0	1	-	-	-
09 a 15	3	0	1	-	-	-
16 a 25	5	0	1	-	-	-
26 a 50	8	0	1	-	-	-
51 a 90	8	0	2	1	1	2
91 a 150	13	0	2	1	1	2
151 a 280	20	0	3	3	3	4
281 a 500	32	1	4	4	4	5

AC1 - Número de unidades defeituosas encontradas na primeira amostra que permite aceitar o lote.

RE1 - Número de unidades defeituosas encontradas na primeira amostra que permite rejeitar o lote.

Quando o número de unidades defeituosas estiver entre AC1 e RE1, deve ser ensaiada a segunda amostra de tamanho igual a primeira.

AC2 - Número de unidades defeituosas encontradas na segunda amostra que permite aceitar o lote.

RE2 - Número de unidades defeituosas encontradas na segunda amostra que permite rejeitar o lote.

Os corpos de prova devem ter comprimentos suficientes para a realização do ensaio e deve-



se desprezar o primeiro metro da extremidade das amostras.

5.15.4.2. Ensaio Efetuado Após o Encordoamento

No caso dos ensaios serem efetuados após o encordoamento, deve ser aplicado o plano de amostragem definido no subinciso 5.15.4.1. desta Especificação.

A quantidade de fios de cada cabo que deve ser ensaiado é determinada conforme a seguinte tabela 12:

Tabela 12: Quantidade de fios a retirar para ensaios do cabo CA

Nº de fios	Coroas				
	Central	Coroa de 6 fios	Coroa de 12 fios	Coroa de 18 fios	Coroa de 24 fios
7	1	2			
19	1	2	2		
37	1	1	2	2	
61	1	1	2	2	3

Tabela 13: Quantidade de fios a retirar para ensaios do cabo CAA

Nº de fios	Coroas			
	Aço		Alumínio	
	Central	1ª Coroa	Primeira coroa (externa)	Segunda Coroa
6/1	1-	-	2	-
26/7	1	2	2	2

5.16. Descrição dos Ensaio

5.16.1. Carga de Ruptura

A carga de ruptura do cabo completo, quando ensaiado conforme a NBR 7272 não pode ser menor que a Resistência Mecânica Calculada - RMC, desde que a ruptura se verifique a mais de 25 mm dos terminais de fixação.



Se a ruptura se verificar nos terminais de fixação ou a uma distância menor ou igual a 25 mm destes, a carga da ruptura não pode ser menor que 95% da resistência mecânica calculada.

Observação:

O cabo é considerado rompido quando qualquer de seus fios se romperem.

O condutor completo quando ensaiado conforme a NBR 7272 deve apresentar variação máxima de 2% no diâmetro, sob carga de 30% da resistência mecânica calculada em relação ao diâmetro de pré-carga e ondulação máxima de 0,6 mm sob carga de 50% da resistência mecânica calculada.

5.16.2. Ensaio de Tensão-Deformação

O ensaio deve ser executado conforme a NBR 7302.

5.16.3. Características Dimensionais

Devem ser observadas as características previstas nos subitens 5.2., 5.8., 5.9. e Anexo 7.1., quando verificadas conforme a NBR 6242.

5.16.4. Características Mecânicas e Elétricas

As características mecânicas e elétricas dos fios de alumínio componentes dos cabos, previstas nos incisos 5.2.3. e 5.2.4., devem ser verificadas conforme indicado na NBR 5118.

Os requisitos mecânicos e as características da camada de zinco dos fios de aço, previstas nos incisos 5.2.5. e 5.2.6., devem ser verificadas conforme a NBR 6756.

5.17. Corpos de Prova

A retirada dos corpos de prova para ensaios de fios antes do encordoamento deve ser feita conforme a NBR 5118.

Para os ensaios de tipo previstos no inciso 5.15.1., devem ser retirados corpos de prova conforme a NBR 7273.

Para os ensaios de recebimento previstos no inciso 5.15.2., deve ser retirado corpo de prova de 3 m em cada bobina ou rolo da amostra, desprezando o primeiro metro inicial.



5.18. Aceitação e Rejeição

É considerado defeituoso o material que não atender a qualquer dos requisitos citados nesta Especificação.

A aceitação e rejeição do lote devem obedecer ao critério estabelecido no plano de amostragem, com relação ao número de amostras que não satisfizerem os requisitos especificados.

Qualquer unidade que tiver sua amostra representativa rejeitada deve ser excluída do lote.

O fabricante pode recompor um novo lote e submetê-lo a nova inspeção, após ter eliminado as unidades defeituosas. Em caso de nova rejeição, são aplicadas as cláusulas contratuais pertinentes.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Normas Recomendadas

Na aplicação desta Especificação poderão ser consultadas as seguintes Normas:

E-141-0001 – Padrão de Embalagens

E-313.0045 - Certificação de Homologação de Produtos

NBR 5118 - Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos

NBR 5456 - Eletricidade geral - Terminologia

NBR 5471 - Condutores elétricos – Terminologia

NBR 6236 – Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos

NBR 6238 - Ensaio de envelhecimento acelerado para fios e cabos elétricos - Método de Ensaio

NBR 6242 - Verificação dimensional para fios e cabos elétricos - Método de Ensaio

NBR 6243 - Choque térmico para fios e cabos elétricos - Método de Ensaio

NBR 6756 - Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio-liga - Especificação



NBR 7270 - Cabos de Alumínio nus com alma de aço zincado para linhas aéreas - Especificação

NBR 7271 - Cabos de Alumínio nus para linhas aéreas - Especificação

NBR 7272 - Condutores elétricos de alumínio - Ruptura e característica dimensional - Método de Ensaio

NBR 7273 - Condutores elétricos de alumínio - Retirada e preparação de corpo de prova para ensaio de tipo - Procedimento

NBR 7302 - Condutores elétricos de alumínio - Tensão-deformação em condutores de alumínio - Método de Ensaio

NBR 7310 - Transporte, armazenamento e utilização de bobinas de condutores elétricos em madeira - Padronização

NBR 7312 - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais - Padronização

NBR 11137 - Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Padronização



7. ANEXOS

7.1. Características dos Cabos CA e CAA

7.2. Padrão de Acondicionamento – Rolo e Carretel – Para Distribuição

7.3. Informações a Serem Prestadas com a Proposta

7.4. Cálculo de Queda de Tensão

7.5. Controle de Revisões e Alterações

7.6. Histórico de Revisões



7.1. Características dos Cabos CA E CAA

Seção (AWG ou MCM)	Tipo de Cabo	Código Comercial	Resistência Elétrica Máxima (ohm/km)	Resistência Elétrica Máxima (ohm/km)		Capacidade de Condução de Corrente ⁽¹⁾ (A) Temp. Ambiente (°C)				Código CELESC
				20 °C	75 °C	25	30	35	40	
4	CA	ROSE	0,3740	1,3606	1,6667	154	146	137	128	5274
	CAA	SWAN	0,4495	1,3545	1,7159	157	148	139	130	5283
2	CA	IRIS	0,3576	0,8567	1,0466	206	195	183	170	5275
	CAA	SPARROW	0,4167	0,8541	1,1089	208	197	185	172	5284
1/0	CA	POPPY	0,3379	0,5369	0,6594	275	261	245	228	5276
	CAA	RAVEN	0,3871	0,5360	0,8891	278	263	247	230	5285
2/0	CA	ASTER	0,3314	0,4267	0,5217	318	301	283	263	5277
	CAA	QUAIL	0,3740	0,4261	0,5807	319	302	284	264	5286
4/0	CA	OXLIP	0,3130	0,2675	0,3281	425	402	378	351	5279
	CAA	PENGUIN	0,3445	0,2676	0,3839	424	401	376	350	5288
336,4	CA	TULIP	0,2913	0,1686	0,2073	570	538	505	469	5280
	CAA	LINNET	0,2802	0,1699	0,2034	577	545	516	479	5292
477	CA	COSMOS	0,2782	0,1192	0,1467	702	663	622	577	5282
	CAA	HAWK	0,2671	0,1199	0,1437	719	679	637	591	5295
636	CA	ORCHID	0,2661	0,0892	0,1102	842	795	746	691	25445
	CAA	GROSBEAK	0,2559	0,0900	0,1079	862	814	763	707	5296
1113	CA	MARIGOLD	0,2444	0,0510	0,0643	1190	1122	1051	974	29511

Notas:

(1) – Valores médios obtidos de cálculos de fabricantes, para as seguintes condições de cálculo:

Emissividade (e): 0,23

Frequência: 60 Hz

Velocidade do Vento: 1 m/s

Temperatura do condutor: 75°C

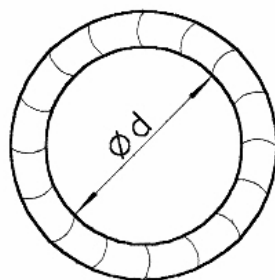
Radiação Solar: 1000 W/m²



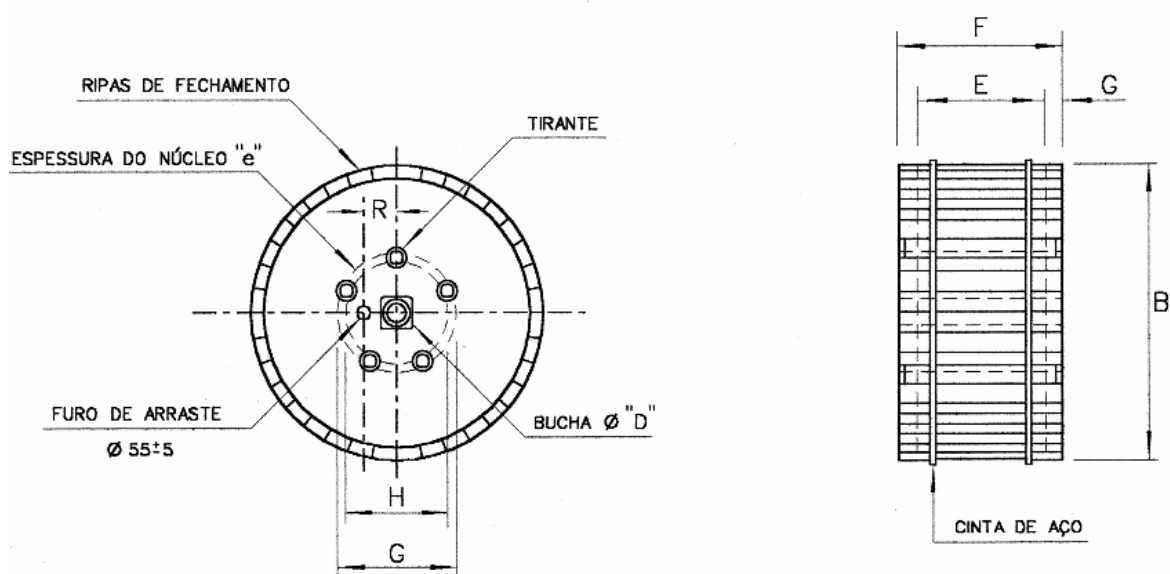
Seção	Tipo de Cabo	Número de Fios		Diâmetro dos Fios		Diâmetros		Seção Nominal	Massa Nominal	RMC	Raio Médio Geométrico a 60Hz
				(mm)		(mm)					
(AWG ou MCM)		Al	Aço	Al	Aço	Cabo Completo	Alma Aço	(mm ²)	(kg/km)	(kN)	(mm)
4	CA	7	-	1,96	-	5,88	-	21,12	58,2	3,91	2,13
	CAA	6	1	2,12	2,12	6,36	2,12	24,71	85,6	8,30	2,44
2	CA	7	-	2,47	-	7,41	-	33,54	92,5	5,99	2,69
	CAA	6	1	2,67	2,67	8,01	2,67	39,19	135,8	12,65	3,08
1/0	CA	7	-	3,12	-	9,36	-	53,52	147,6	8,84	3,39
	CAA	6	1	3,37	3,37	10,11	3,37	62,44	216,2	19,46	3,88
2/0	CA	7	-	3,50	-	10,50	-	67,35	185,7	11,12	3,81
	CAA	6	1	3,78	3,78	11,34	3,78	78,55	272,0	23,53	4,36
4/0	CA	7	-	4,42	-	13,26	-	107,41	296,1	17,01	4,81
	CAA	6	1	4,77	4,77	14,31	4,77	125,09	433,2	37,06	5,50
336,4	CA	19	-	3,38	-	16,90	-	170,48	470,0	27,27	6,40
	CAA	26	7	2,89	2,25	18,29	6,75	198,38	689,9	62,91	7,42
477	CA	19	-	4,02	-	20,10	-	241,15	664,9	37,01	7,62
	CAA	26	7	3,44	2,68	21,80	8,03	281,14	978,0	87,18	8,84
636	CA	37	-	3,33	-	23,31	-	322,24	888,4	50,44	8,95
	CAA	26	7	3,97	3,09	25,15	9,27	374,33	1301,7	111,90	10,21
1113	CA	61	-	3,43	-	30,87	-	563,65	1554,0	87,25	11,93



7.2. Padrão de Acondicionamento – Rolo e Carretel – Para Distribuição



DIÂMETRO "d" (mm)	155	180	225	300	350	400	500
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



CÓDIGO DO CARRETEL	DIMENSÕES - mm								
	B	C	D	E	F	G	H	R	e
65/25	650	350	83	250	350	50	308	120	20
65/25	650	350	83	450	550	50	308	120	20
80/45	800	350	83	450	550	50	308	120	20
100/60	1000	500	89	600	726	63	430	180	34
125/70	1250	600	89	700	826	63	530	180	34
125/100	1250	600	89	1000	1126	63	530	180	34

Nota: estas embalagens são para os cabos com seção 4 AWG até o 336,4 MCM CA, para o cabo 336,4 MCM CAA e seções maiores, devem ser consultadas a área usuária e ou pedido de compras.



7.3. Informações a Serem Prestadas com a Proposta

- a) relação das experiências anteriores no fornecimento de cabos nessa seção;
- b) relação de equipamentos utilizados para os ensaios;
- c) local de realização dos ensaios;
- d) cronograma de fabricação;
- e) curva tensa-deformação;
- f) curva do Creep;
- g) o proponente deverá apresentar o formulário do abaixo, devidamente preenchido, juntamente com a proposta.

VALORES GARANTIDOS PELO FABRICANTE

FABRICANTE:

Denominação do Cabo:

1	CARACTERÍSTICA DO CABO		
1.1	Formação (Al/aço)		fios
1.2	Diâmetro		mm
1.3	Seção Transversal		mm ²
1.4	Carga de Ruptura		daN
1.5	Massa		Kg/km
1.6	Coeficiente de dilatação linear		°C ⁻¹
1.7	Módulo de elasticidade:		
1.7.1	- inicial		MPa
1.7.2	- final		MPa
1.8	Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante - Listar		

2	CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE ALUMÍNIO		
2.1	Diâmetro		mm
2.2	Seção Transversal		mm ²
2.3	Massa		Kg/km
2.4	Coeficiente de dilatação linear		°C ⁻¹
2.5	Massa específica		g/m ³



2.6	Resistência mecânica:		
2.6.1	- Valor médio		MPa
2.6.2	- Valor mínimo		Mpa
	Resistividade a 20°C		Ohm.mm ² /m
	Porcentagem mínima de pureza		%
2.7	Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante - Listar		

3	CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE AÇO – CAA		
3.1	Diâmetro		mm
3.2	Seção Transversal		mm ²
3.3	Massa		Kg/km
3.4	Coefficiente de dilatação linear		°C ⁻¹
3.5	Massa específica		g/m ³
3.6	Resistência mecânica:		
3.6.1	- Valor mínimo		Mpa
3.6.2	- A 1% de alongamento		Mpa
3.7	Alongamento mínimo a ruptura em 250mm		%
3.8	Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante -Listar		

4	CARACTERÍSTICAS DA ZINCAGEM		
4.1	Massa de zinco no revestimento		g/m ²
4.2	Impurezas no zinco		
4.2.1	- Chumbo		%
4.2.2	- Ferro		%
4.2.3	- Cádmio		%
4.2.4	- Alumínio		%
4.2.5	- Outros especificar		%
4.2.6	- Total		%
4.3	Método utilizado:		

5	GERAL		
5.1	Método utilizado para		
5.1.1	Têmpera:		
5.1.2	Emendas:		
5.2	Comprimento do cabo por bobina		m
5.3	Massa da bobina pronta para transporte		kg
5.4	Normas aplicáveis - Listar		
5.5	Prazo de entrega		dias

Declaramos que garantimos os valores acima informados.

Local e Data

Assinatura responsável

Nota: visar todas as páginas do formulário e demais referentes ao item 7.3.



7.4. Cálculo de Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{k \cdot I \cdot L (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot 100}{U}$$

Onde:

ΔU = Queda de Tensão em (%)

$k = 2$ para sistemas Monofásicos

$k = \sqrt{3}$ para sistemas Tifásicos

I = Corrente em (A)

L = Comprimento da linha em (km)

R = Resistência do condutor à temperatura de operação (75°C) em (ohm/km)

X = Reatância Indutiva em (ohm/km)

$\cos \varphi$ = Fator de potência de carga

U = Tensão nominal da Linha em (V)



7.5 Controle de Revisões e Alterações

Tabela A.6 - Histórico das revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	DD N° 50/89 – 03/04/1989	-	-	-
1	DD N° 33/93 – 08/03/1993	-	-	-
2	DD N° 166/2002 – 26/06/2002	-	-	-
3	DTE N° 225/2010 – 18/10/2010	APD	GMTK	PNA
4	Atual	APD	GMTK	SLC

Tabela A.7 – Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
Geral		Correções ortográficas, substituição de Ordem de Compra por Pedido de Compra e Celesc Distribuição por Celesc D. para padronização como nas outras especificações.
5.12	11	Introdução da E-141.0001 – Padrão de Embalagens, e redução da tolerância de -5 para -2% em relação a massa total indicada no pedido de compra
7.1	21 e 22	Organização da tabela com a introdução de novos valores para a capacidade de corrente em função da temperatura ambiente
7.2	23	Nota sobre o a utilização dos carretéis para acondicionamento.



7.6 Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
4ª	Agosto/2015	Conforme anexo 7.5.	DPEP/DVEN

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0019	TRANSFORMADORES PARA REDES AÉREAS DE DISTRIBUIÇÃO	1/61

1. FINALIDADE

Fixar as condições exigíveis aos transformadores até 300 kVA, aplicáveis em redes aéreas de distribuição de energia elétrica, monofásicos e trifásicos, imersos em óleo isolante, com resfriamento natural para aplicação em redes aéreas de distribuição de até 36,2 kV.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a todos os departamentos da Diretoria de Distribuição DDI, Agências Regionais, Administração Central, aos fabricantes, fornecedores e recondicionadores de transformadores, empreiteiras e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Este documento foi baseado na NBR 5356-1 e NBR 5440.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as definições da NBR 5458 e NBR 5356-1.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte por razões de ordem técnica para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto a eventuais alterações.



5.1. Condições Gerais

Os transformadores devem atender os requisitos exigidos na NBR 5440.

Podem participar dos processos licitatórios os fornecedores que possuem, na Celesc Distribuição S.A., o Certificado de Homologação de Produto – CHP dos transformadores, conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos.

Os fornecedores dos transformadores deverão ter realizado o processo de cadastramento e possuir a autorização de etiquetagem junto ao INMETRO – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE.

5.1.1. Condições de Funcionamento, Transporte e Instalação

As condições normais e especiais de funcionamento estão estabelecidas na NBR 5356-1.

5.1.2. Embalagem

Tanto a embalagem como a preparação para embarque estão sujeitas à inspeção, que será efetuada com base nos desenhos aprovados e de acordo com a E-141.0001 – Padrão de Embalagens.

O acondicionamento dos equipamentos deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas, independentemente do tipo de transporte utilizado.

O sistema de embalagem deve proteger todo o material/equipamento contra quebras e danos de qualquer espécie, desde a saída da fábrica até a chegada ao local de destino, a ser feito de modo que a massa e as dimensões sejam mantidas dentro de limites razoáveis, a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte.

Os transformadores devem ser embalados individualmente e as embalagens não serão devolvidas ao fornecedor. O equipamento será liberado para embarque depois de devidamente inspecionado e conferido.

Cada volume deve apresentar externamente marcação indelével e facilmente legível, com pelo menos os seguintes dados:

- a) nome do fornecedor;
- b) o nome Celesc;



- c) número e item do pedido de compra;
- d) quantidade e tipo do material/equipamento, contido em cada volume;
- e) massa total do volume (massa bruta), em quilogramas.

5.1.3. Garantia

O material/equipamento deve ser garantido pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de projeto ou fabricação que venham a se registrar no período de 36 meses a partir do prazo de aceitação no local de entrega.

O fornecedor será obrigado a reparar tais defeitos ou, se necessário, a substituir o material/equipamento defeituoso, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão de obra ou de transporte.

O fornecedor terá um prazo de trinta 30 dias, contados a partir da retirada do equipamento defeituoso no Almoxarifado Central da Celesc Distribuição, para efetuar os devidos reparos, correções, reformas, reconstruções, substituição de componentes e até substituição do transformador completo por novo, no sentido de sanar todos os defeitos, imperfeições ou partes falhas de materiais ou de fabricação que venham a se manifestar, sob pena de sofrer as sanções administrativas previstas na Lei nº 8.666, de 21.6.1993.

Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto ou produção tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor será obrigado a substituí-las, independente do defeito em cada uma delas.

No caso de substituição de peças ou equipamentos defeituosos, o prazo de garantia deve ser estendido para um novo prazo de mais 24 meses, abrangendo todas as unidades do lote.

5.1.4. Desenhos

5.1.4.1. Aprovação de Desenhos

Independentemente dos desenhos fornecidos com a proposta, o fornecedor deve submeter à aprovação da Celesc D, para cada item do fornecimento e antes do início da fabricação, os desenhos relacionados no subinciso 5.1.4.3. desta Especificação para análise, por meio de mídia eletrônica, padrão AutoCad 2004 e 2 (duas) cópias impressas. Feita a verificação, será devolvida ao fornecedor uma cópia de cada desenho, com carimbo conforme abaixo:



- a) liberado sem ressalvas;
- b) liberado com ressalvas;
- c) não liberado.

No caso "a", o fornecedor pode proceder à fabricação. No caso "b", o fornecedor pode proceder à fabricação, desde que feitas as correções indicadas, submetendo novamente à aprovação da Celesc D 2 (duas) cópias dos desenhos.

À Celesc D cabe o direito de devolver qualquer uma das cópias entregues pelo Contratado, se estas não forem consideradas de boa qualidade, ficando o Contratado obrigado a fornecer novas cópias.

A inspeção e a aceitação dos equipamentos serão feitas com base nos desenhos com carimbo "Aprovado sem ressalvas".

A aprovação de qualquer desenho pela Celesc D não exime o fornecedor da plena responsabilidade quanto ao funcionamento correto do equipamento, nem da obrigação de fornecê-lo de acordo com os requisitos do Pedido de Compra, das normas e desta Especificação.

Qualquer requisito exigido nas especificações e não indicado nos desenhos, ou indicado nos desenhos e não mencionado nas especificações, tem validade como se fosse exigido em ambos.

No caso de discrepância entre os desenhos e especificações, vigorarão as especificações, exceto para os desenhos de fabricação já aprovados.

5.1.4.2. Apresentação dos Desenhos

Todos os desenhos e tabelas devem ser confeccionados nos formatos padronizados, observando como tamanho máximo para quaisquer desenhos o padrão A1 e obedecendo sempre às espessuras mínimas de traços e tamanhos mínimos de letras conforme Tabela 1.



Tabela 1 – Apresentação dos Desenhos

FORMATO	DIMENSÕES (mm)	ESPESSURA DE TRAÇOS (mm)	TAMANHO DE LETRAS (mm)
A1	594 x 841	0,2	3
A2	420 x 594	0,1	2
A3	297 x 420	0,1	2
A4	210 x 297	0,1	2

Todos os desenhos devem permitir uma clara identificação para efeito de arquivo, apresentando, além do título e na parte superior do selo, o número do Pedido de Compra e do seu item, se for o caso, e a descrição sucinta do equipamento que está sendo fornecido.

No selo deve constar também o número do desenho. O texto a ser usado para o título de cada desenho deve ser o mais explícito possível na sua correspondência com o objeto do desenho.

Além dessas informações, devem constar também no desenho que o fornecimento é para a Celesc D e o número da Ordem de Fabricação do Contratado.

O Contratado deverá submeter todos os desenhos de uma só vez à análise, dentro de 15 dias, a contar da data de emissão do Pedido de Compra.

A Celesc D terá 20 dias para análise e devolução dos desenhos ao Contratado, a contar da data de recebimento destes. Os prazos de envio dos desenhos e análise devem estar incluídos no previsto para o fornecimento dos equipamentos.

Considerando a possibilidade de os desenhos não serem liberados ou serem liberados com restrições, estes devem ser submetidos novamente à análise, dentro de 20 dias a contar da data da devolução dos desenhos pela Celesc D na 1ª análise.

A Celesc D terá 20 dias para devolver ao Contratado os desenhos analisados, a contar da data de recebimento destes nessa 2ª análise. As necessidades de submissão a outras análises que, porventura, venham a causar atrasos na data de entrega dos equipamentos serão de inteira responsabilidade do Contratado, ficando a Celesc D com direito a recorrer, nos termos do contrato desta Especificação ou do Pedido de Compra sobre os atrasos ocorridos.

Sempre que for necessário introduzir modificações no projeto ou na fabricação dos transformadores, a Celesc D deverá ser comunicada e, caso essas modificações venham a afetar o desenho, todo o processo de análise dos desenhos deverá ser repetido.

5.1.4.3. Relação dos Desenhos

Para aprovação e completa apreciação do projeto, o fornecedor deverá enviar, no mínimo, os seguintes desenhos:

- a) desenhos dimensionais do transformador com vistas frontal, posterior, lateral, superior e inferior, detalhes de fixação, dimensionais e disposição dos componentes, com legenda e código, bem como função e descrição do componente;
- b) desenho da placa de identificação;
- c) qualquer outro desenho necessário para montar, operar e reparar o equipamento;
- d) desenho da embalagem;
- e) folha de dados descrevendo as características elétricas e construtivas dos transformadores;
- f) esquema detalhado do tratamento das superfícies, acabamento e pintura do equipamento;
- g) para efeito de envio de desenhos para aprovação ou qualquer informação a respeito dos equipamentos, o fornecedor deve considerar cada item do fornecimento como independente dos demais, destinando-lhe um jogo completo, exclusivo desses elementos. Assim, por exemplo, se 5 itens do fornecimento usarem o mesmo tipo de bucha, o fornecedor deve enviar 10 cópias desse desenho, ou seja, 2 para cada item de fornecimento;
- h) os desenhos devem apresentar as dimensões e respectivas tolerâncias garantidas.

5.2. Condições Específicas

5.2.1. Característica Nominal

A característica nominal deve ser tal que o transformador possa fornecer corrente nominal sob condição de carga constante, sem exceder os limites de elevação de temperatura fixados no inciso 5.2.8., desde que se admita que a tensão aplicada é igual à tensão nominal e na frequência nominal.



A característica nominal é constituída, basicamente, dos seguintes valores:

- a) potências nominais dos enrolamentos;
- b) tensões nominais dos enrolamentos;
- c) correntes nominais dos enrolamentos;
- d) frequência nominal;
- e) níveis de isolamento dos enrolamentos.

5.2.2. Condições de Sobrecarga

Os transformadores podem ser sobrecarregados de acordo com a NBR 5416. Os equipamentos auxiliares, tais como buchas, comutadores de derivações em carga e outros, devem suportar sobrecargas correspondentes a até uma vez e meia a potência nominal do transformador.

Quando se desejarem condições de sobrecarga diferentes das acima mencionadas, o fabricante será informado.

5.2.3. Tensão Nominal dos Enrolamentos

Salvo indicação em contrário, os transformadores devem ser capazes de funcionar, na derivação principal, com tensão diferente da nominal, nas condições estabelecidas na NBR 5356-1.

5.2.4. Frequência Nominal

A frequência nominal é 60 Hz.

5.2.5. Nível de Isolamento

Os requisitos de nível de isolamento, espaçamentos no ar e demais itens devem obedecer ao estabelecido na NBR 5356-3. A Tabela 2 estabelece o nível de isolamento dos transformadores.

Tabela 2 – Níveis de Isolamento

Tensão máxima de operação (kV eficaz)	Nível de Isolamento	
	Tensão suportável nominal à frequência industrial 1 minuto (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV crista)
1,2	10	30
15	34	110
24,2	50	150
36,2	70	170

5.2.6. Derivações

Os transformadores devem ter, no enrolamento de alta tensão, duas derivações, além da principal, para uma faixa de derivação que permitam obter a potência nominal. A derivação principal é aquela que corresponde à de tensão mais elevada.

5.2.6.1. Impedância de Curto-Circuito

O fabricante deve especificar a impedância de curto-circuito, em percentagem, nas derivações principais de cada par de enrolamentos e nas outras combinações de derivações que julgar necessário, na temperatura de referência, conforme a Tabela 11.

A impedância de curto-circuito medida deve manter-se dentro do limite de tolerância de $\pm 7,5\%$, para transformadores de 2 enrolamentos, em relação ao valor declarado pelo fabricante.

No caso de transformadores do mesmo projeto, a diferença entre as impedâncias de curto-circuito de 2 transformadores quaisquer não deve exceder 7,5%, para transformadores de 2 enrolamentos, em relação ao valor declarado pelo fabricante.

Em relação à impedância de curto-circuito, são considerados aptos a trabalhar em paralelo os transformadores que obedecem aos limites especificados na NBR 5356-1, para transformadores de mesmo projeto.



5.2.6.2. Perdas Máximas

O fabricante e o recondicionador devem garantir as perdas máximas em vazio e as perdas máximas totais, na temperatura de referência, de acordo com a Tabela 11, com tensão senoidal à frequência nominal, na derivação principal.

As perdas máximas admitidas para cada potência são as estabelecidas na NBR 5440 e mostradas no Anexo 7.3. desta Especificação. Caso a NBR 5440 seja revisada e haja diferenças com os valores do Anexo 7.3., devem ser respeitados os valores máximos da norma brasileira em sua última revisão.

As perdas obtidas no ensaio de um ou mais transformadores monofásicos ou trifásicos, de dada ordem de fornecimento, não deve exceder as perdas garantidas em percentagem superior à indicada na Tabela 3.

Os transformadores devem apresentar a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE.

Deverão ser fornecidos transformadores com nível de eficiência conforme a portaria interministerial do Ministério de Minas e Energia em sua última publicação, ou com nível de eficiência especificado no edital de licitação.

Tabela 3 – Tolerância nas Perdas Máximas de Transformadores

Número de unidades de cada ordem de compra	Base de determinação	Perdas máximas	
		Em vazio %	Totais %
1	1 unidade	10	6
2	cada unidade	10	6
3 ou mais	média de todas as unidades	0	0

5.2.7. Classificação dos Métodos de Resfriamento

Quando for mencionado o termo óleo, ele se refere tanto ao óleo mineral, como a outros líquidos isolantes, como o óleo vegetal.

Os transformadores de distribuição adquiridos devem ser resfriados por convecção natural, internamente com óleo e externamente com ar, sendo designado ONAN.

5.2.8. Limites de Elevação de Temperatura

As elevações de temperatura dos enrolamentos, do óleo, das partes metálicas e outras partes dos transformadores, projetados para funcionamento nas condições normais, não devem exceder os limites especificados na Tabela 4, quando ensaiados de acordo com a NBR 5356-2.

Os limites de elevação de temperatura são válidos para todas as derivações. As elevações de temperatura dos transformadores projetados para altitudes até 1.000 m, quando funcionando em altitudes superiores a 1.000 m, não devem exceder os limites especificados na Tabela 4 e devem estar de acordo com o estabelecido na NBR 5356-2.

Tabela 4 – Limites de Elevação de Temperatura

Limites de elevação de temperatura – °C ⁽¹⁾						
Temperatura	Dos enrolamentos		Do óleo ⁽²⁾	Temperatura de referência das perdas totais e impedância	Das partes metálicas	
	Método da variação da resistência	Do ponto mais quente			Em contato com a isolamento sólida ou adjacente a esta	Não em contato com a isolamento sólida e não adjacente a esta
	Circulação do óleo natural sem fluxo de óleo dirigido					
Alternativa 1	55	65	50	75	Não devem atingir temperaturas superiores à máxima especificada para o ponto mais quente da isolamento adjacente ou em contato com esta	A temperatura não deve atingir, em nenhum caso, valores que venham danificar estas partes, outras partes ou materiais adjacentes
Alternativa 2	65	80	60	85		

Notas:

1. A isolamento dos enrolamentos deverá ser em papel termoestabilizado. O fabricante deve comprovar, apresentando certificado do fornecedor do material, no ato da inspeção.

2. Medida próxima à superfície do óleo.



5.2.9. Requisitos Relativos à Capacidade de Suportar Curto-Circuitos

Os transformadores devem atender o estabelecido na NBR 5356-5.

5.3. Características Construtivas

5.3.1. Enrolamentos

Os enrolamentos poderão ser em alumínio ou cobre desde que atendam às características elétricas e suportem os efeitos térmicos e mecânicos provenientes de correntes de curto-circuito.

5.3.2. Classificação Térmica dos Materiais Isolantes

Os materiais isolantes elétricos são classificados em classes de temperatura, definidas pela temperatura-limite atribuída a cada uma, conforme a Tabela 5 e de acordo com a NBR IEC 60085, devendo ser no mínimo de classe térmica 105 (A).

Tabela 5 – Classes de Temperatura de Materiais Isolantes

Classe	Temperatura limite atribuída (°C)
A	105
E	120
B	130
F	155

5.3.3. Características do Óleo

O óleo isolante deverá ser do tipo mineral, sendo de base naftênica (tipo A) ou base parafínica (tipo B) e deverá ser livre de PCB ou vegetal, de acordo com a NBR 15422.

Os ensaios realizados no óleo devem estar de acordo com a NBR 5356-1. O óleo de mineral deverá atender as características definidas nas especificações ASTM D3487 ou IEC 60296 e na Resolução ANP nº 36, de 5.12.2008 (Especificação técnica dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B).

O óleo deve ser livre de umidade e impurezas para garantir o seu poder dielétrico. Após contato com o equipamento, o óleo isolante deve atender os valores da Tabela 6.

Tabela 6 – Características do Óleo Isolante após Contato com Equipamento

Características do óleo	Unidade	Vegetal			Mineral		
		ASTM	ABNT NBR	Valor	ASTM	ABNT NBR	Valor
Tensão interfacial	mN/m	-	-	não aplicável	D 971	6234	≥ 40
Teor de água	mg/kg ¹	D 1533	10710	≤ 300	D 1533	10710	≤ 25
Rigidez dielétrica (eletrodo de calota)	kV	-	IEC 60156	≥ 45	-	IEC 60156	≥ 45
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 25°C	%	D 924	12133	$\leq 0,5$	D 924	12133	$\leq 0,05$
Fator de perdas dielétricas ou fator de dissipação a 100°C	%	D 924	12133	≤ 8	D 924	12133	$\leq 0,9$
Índice de neutralização	mgKO H/g	D 974	14248	$\leq 0,06$	D 974	14248	$\leq 0,03$
Ponto de combustão	°C	D 92	11341	≥ 300	-	-	-
Teor de bifenilas policloradas (PCB)	mg/kg ¹	-	13882	não detectado	-	13882	não detectado
Nota: a unidade mg/kg equivale a PPM.							

5.3.4. Tanque do Transformador e a Respectiva Tampa

O tanque e a respectiva tampa devem ser de chapas de aço, laminadas a quente, conforme a NBR 6650 e a NBR 11888.

O transformador deverá ser projetado e construído para operar hermeticamente selado, devendo suportar variações de pressão interna, bem como seu próprio peso, quando levantado.

A tampa deve ser confeccionada de tal forma que não acumule água em sua superfície.

A tampa, o corpo e o fundo do tanque devem ser construídos em chapas de aço com espessuras mínimas definidas pela Tabela 7.

Tabela 7 – Espessura de Chapas do Tanque

Potência do transformador (kVA)	Espessura (mm)		
	Tampa	Corpo	Fundo
$P \leq 10$	1,90	1,90	1,90
$10 < P \leq 150$	2,65	2,65	3,00
$150 < P \leq 300$	3,00	3,00	4,75

Nota: as espessuras deverão estar sujeitas às tolerâncias da norma NBR 6650.

5.3.5. Acabamento do Tanque

O tanque não deve apresentar impurezas superficiais e deve ser utilizado o processo de pintura indicado no subitem 5.11. desta Especificação. As superfícies internas do tanque devem receber um tratamento que lhes confira uma proteção eficiente contra a corrosão e o material utilizado não deve afetar nem ser afetado pelo óleo.

5.3.6. Radiadores

Nos radiadores, devem ser utilizadas chapas conforme a NBR 5915 com, no mínimo, 1,2 mm de espessura e tubos conforme a NBR 5590 com, no mínimo, 1,5 mm de espessura.

Para o sistema de resfriamento, poderão ser utilizados os seguintes tipos de radiadores e suas respectivas espessuras mínimas, de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 – Espessura dos Radiadores

Tipo de radiador	Espessura mínima (mm)
Tubo	1,5
Aleta ⁽¹⁾	1,2
Corrugado	1



Nota: os radiadores do tipo Aleta deverão ser galvanizados a quente, com camada mínima de 100 micra, sendo necessária a aplicação de um processo de pintura adequado para superfícies galvanizadas. O ponto de solda deve ser pintado para garantir a proteção anticorrosiva do local, conforme o subitem 5.11. desta Especificação. Independente do tipo de radiador utilizado para o sistema de resfriamento, o transformador deverá suportar o valor de pressão de 0,07 MPa durante 1 hora de aplicação no caso de o transformador ser submetido a um ensaio de estanqueidade.

5.3.7. Juntas de Vedação

Devem estar de acordo com os requisitos da NBR 5440 e serem feitas de elastômero resistente à ação do óleo aquecido à temperatura de 120°C ou superior, conforme limites de elevação de temperatura, e à ação da umidade e dos raios solares.

5.3.8. Indicação do Nível do Líquido Isolante

Os transformadores devem ter um traço demarcatório indelével indicando o nível do líquido isolante a 25°C, pintado em cor contrastante com o acabamento interno do tanque, do mesmo lado do suporte para fixação no poste, de maneira que seja bem visível, retirando-se a tampa do tanque.

5.4. Marcação dos Enrolamentos e Terminais

5.4.1. Marcação dos Enrolamentos

Os terminais dos enrolamentos e as respectivas ligações devem ser claramente identificados por meio de marcação constituída por algarismos e letras, a qual deve ser fielmente reproduzida no diagrama de ligações. Nos painéis de comutação de derivação, a marcação deve ser feita com caracteres gravados em baixo relevo e pintados para efeito de contraste.

5.4.2. Terminais

Os terminais dos diversos enrolamentos devem ser marcados com as letras maiúsculas H e X. A letra H é reservada ao enrolamento de alta tensão. Tais letras devem ser acompanhadas por números 0, 1, 2, 3, para indicar, o primeiro deles, o terminal de neutro, e os outros, os das diversas fases e derivações.

5.4.3. Locação dos Terminais H

Proceder conforme estabelecem as alíneas a seguir:



- a) o terminal H1 deve ficar localizado à direita do grupo de terminais de alta tensão, quando se olha o transformador do lado desta tensão. Os outros terminais H devem seguir a ordem numérica, da direita para a esquerda;
- b) quando o enrolamento de alta tensão, em transformadores monofásicos, possuir apenas um terminal acessível externamente, este será marcado com H1, e o outro terminal, aterrado internamente, é designado por H2;
- c) quando, em transformadores monofásicos, os terminais do enrolamento de alta tensão forem acessíveis externamente e existirem duas buchas com diferentes tensões nominais, a de maior tensão nominal será marcada com H1, devendo ser localizada como exposto na alínea desta seção.

5.4.4. Terminal de Neutro

Todo terminal de neutro deve ser marcado com a letra correspondente ao enrolamento e seguida do número zero (0).

5.5. Elementos de Ligação aos Circuitos

5.5.1. Buchas

As buchas deverão estar de acordo com as normas NBR 5034, NBR 5435 e NBR 5437 e devem ser de fornecedores homologados na Celesc Distribuição para fornecimento de isoladores de porcelana.

Os transformadores com tensão nominal de 13,8 kV e 23,1 kV devem ser fornecidos com buchas de NBI 150 kV e com distância de escoamento mínima de 450 mm.

Os transformadores com tensão nominal de 34,5 kV devem ser fornecidos com buchas de NBI 170 kV e com distância de escoamento mínima de 680 mm.

A tampa deverá ser provida de ressalto para montagem das buchas de alta tensão.

Os terminais de ligação dos transformadores monofásicos e trifásicos deverão ser dos tipos T1, T2 ou T3, conforme a Norma ABNT NBR 5437. Para transformadores menores que 112,5 kVA, a bucha de baixa tensão deve estar de acordo com o padrão T1 da NBR 5437. Para transformadores com potência maior ou igual a 112,5 kVA, a bucha de baixa tensão deve ser do padrão 2 ou 4 furos, conforme padrão T2 e T3 da NBR 5437.



As buchas de média e baixa tensão devem ser apropriadas para conexões bimetálicas (cabos de alumínio e cobre).

As buchas usadas nos transformadores devem ter nível de isolamento de valor igual ou superior ao nível de isolamento dos enrolamentos a que estão ligadas.

As buchas montadas devem ser capazes de suportar os ensaios dielétricos a que são submetidos os transformadores, segundo os valores especificados nas Tabelas 12 e 13.

As conexões dos terminais de baixa tensão e fechamento da estrela (baixa tensão) deverão ser realizadas com terminais a compressão, com no mínimo três compressões, realizadas com alicate de compressão hidráulico; ou com solda contínua; ou com parafusos com arruelas de pressão com torque definido em projeto (especificar no desenho de aprovação), sempre utilizando conectores, terminais de mesmo material que o condutor. Quando não forem utilizados cabos, não serão aceitas conexões com compressão, somente solda contínua.

5.5.2. Posicionamento das Buchas

As buchas de alta tensão deverão ser localizadas na tampa do transformador e as buchas de baixa tensão deverão estar localizadas na lateral do transformador.

Os terminais secundários devem ser dispostos no tanque de forma que os cabos com os conectores que a eles serão ligados assumam posição vertical com saída para cima ou para baixo, não devendo haver interferência das presilhas da tampa, da própria tampa, do suporte para fixação em poste etc., inclusive no tocante às distâncias fase-terra.

Para os transformadores trifásicos, a distância entre os terminais secundários X1 e X2 deverá ser de no mínimo 220 mm. A porca para aperto do terminal de BT (padrão T1 da NBR5437) deve estar voltada para fora da linha de centro do transformador.

5.6. Acessórios

Os transformadores imersos em óleo, salvo exigência em contrário, devem possuir os acessórios constantes na Tabela 9.

5.6.1. Meios de Aterramento do Tanque

Os transformadores devem ter, na parte exterior do tanque, sempre que possível perto do fundo, um dispositivo de liga de cobre estanhado ou inoxidável que permita fácil ligação à terra, conforme a Figura 7.



5.6.2. Meios para Suspensão da Parte Ativa do Transformador Completamente Montado

Os transformadores devem dispor de meios como alças, olhais, ganchos etc. para seu levantamento completamente montado, inclusive com óleo.

Devem, também, dispor de meios para o levantamento de sua parte ativa.

Toda tampa cuja massa for superior a 15 kg deve dispor de meio para seu levantamento.

As tampas dos transformadores trifásicos devem dispor de meio para seu levantamento, independente do seu peso.

5.6.3. Comutador de Derivação sem Tensão Externo

Quando o transformador possuir derivações na alta tensão, este deverá ser fornecido com comutador de derivações sem tensão do tipo de comando rotativo, conforme requisitos da NBR 5440, com mudança simultânea nas fases, com comando externo ao tanque. O comutador deve ser posicionado na lateral ou tampa do tanque, em local que seja possível ter acesso após a montagem no poste e que não influa nas características elétricas do transformador.

As posições do sistema de comutação devem ser marcadas em baixo relevo e pintadas com tinta indelével em cor contrastante com a do comutador.

Componentes metálicos do comutador, como cupilhas e pinos, devem ser de aço inox ou material não ferroso.

O comutador atuará no enrolamento de tensão superior e com o transformador desenergizado. As derivações deverão ser conforme o Anexo 7.3. desta Especificação. A derivação de maior tensão é a número 1 e o comutador deve possuir um sistema de travamento em qualquer posição.

Para fornecimentos de terceiros (doações, loteamentos), poderão ser aceitos transformadores com 5 derivações, sendo para transformadores trifásicos classe 15 kV as derivações 13800/13200/12600/12000/11400 V, e para os transformadores trifásicos classe 25 kV, as derivações 24200/23100/22000/20900/19800 V, sendo que as perdas máximas devem ser garantidas no *tap* de menor tensão. Demais características conforme esta Especificação.



O sistema de comutação externo deve ser projetado, garantindo a estanqueidade do equipamento, conforme NBR 5356-1. O comutador e sua tampa devem ser resistentes ao óleo mineral isolante, à umidade, à ação dos raios solares, às solicitações ambientais comuns da região Sul do Brasil, à elevação de temperatura do óleo, no mínimo 105°C, de acordo com a classe térmica dos materiais isolantes, Tabela 5.

A tampa do comutador deve ser de aço inoxidável ou alumínio anodizado e resistente às solicitações mecânicas inerentes às operações de retirada e fixação desta. A tampa não pode quebrar ou sofrer danos que impeçam sua correta fixação e proteção do comutador.

Junto ao acionamento do comutador, deve ser gravada de forma indelével uma indicação de que a comutação só pode ser realizada com o transformador desenergizado.

As características elétricas do comutador são:

- a) corrente nominal: 40 A;
- b) corrente mínima de curto-circuito por 2 segundos: $20 \times I$ nominal;
- c) tensão de operação e nível de isolamento: idênticas ao do transformador no qual está instalado.

5.6.4. Válvula de Alívio de Pressão

O transformador deve ser equipado com um dispositivo de alívio de pressão interna, com os seguintes requisitos mínimos:

- a) pressão de alívio de 69 kPa (0,70 kgf/cm²) \pm 20 %;
- b) pressão de selamento mínima de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm²);
- c) taxa de vazão de $9,91 \times 10^5$ cm³/min (35 pés cúbicos por minuto), a 103,5 kPa (1,06 kgf/cm²) e a 21,1°C;
- d) taxa de admissão de ar na faixa de 41,4 kPa (0,42 kgf/cm²) a 55,2 kPa (0,56 kgf/cm²) igual a zero;
- e) temperatura de operação de -29°C a +105°C (no mínimo, deve atender aos limites de temperatura).



Além disso, o dispositivo também deve possuir as seguintes características:

- a) orifício de admissão de 1/4 pol (6,4 mm) – 18 NPT;
- b) corpo hexagonal de latão de 16 mm, dimensionado para suportar uma força longitudinal de 45 kgf;
- c) disco externo de vedação para impedir, de forma permanente, a entrada de poeira, umidade e insetos, devendo ser de material não oxidável, com resistência mecânica suficiente para não sofrer deformação por manuseio;
- d) anel externo de material não oxidável, com diâmetro interno mínimo de 21 mm, para acionamento manual, dimensionado para suportar uma força mínima de puxamento de 11 kgf, sem deformação;
- e) anéis de vedação e gaxetas internas compatíveis com a classe de temperatura do material isolante do transformador;
- f) partes externas resistentes à umidade e à corrosão.

O dispositivo de alívio deve estar posicionado na horizontal, na parede do tanque ou na tampa do transformador com adaptador em L, observada a condição de carga máxima de emergência do transformador de 200%, não devendo, em nenhuma hipótese, dar vazão ao óleo expandido.

Deve ser posicionado de forma a atender às seguintes condições:

- a) não interferir com o manuseio dos suportes de fixação em poste;
- b) não ficar exposto a danos quando forem realizados os processos de içamento, carga e descarga do transformador;
- c) não interferir com o manuseio dos suportes para fixação de para-raios;
- d) ser direcionado para o lado das buchas de baixa tensão, para o centro do suporte de fixação no poste.



5.6.5. Suporte de Para-Raios no Tanque

O suporte de para-raios deve estar presente em todos os transformadores de distribuição, atendendo aos requisitos da NBR 5440.

Tais suportes devem ser em perfil liso, soldados à tampa, com parafuso, porca e arruela para cada bucha de alta tensão.

Os suportes devem ser montados suficientemente próximos da respectiva bucha de alta tensão e suficientemente afastados das orelhas de suspensão ou de outros acessórios, visando manter as distâncias elétricas mínimas necessárias.

Tabela 9 – Acessórios para Transformadores

Seção de referência	Tipo de transformador		
	Tensão máxima de operação		
	Potências nominais (kVA)	Até 100	Acima de 100 até 300
	Acessórios		
5.6.1	Meios de aterramento do tanque	O	O
5.6.2	Meios para suspensão da parte ativa do transformador completamente montado	O	O
5.6.3	Comutador de derivação externo sem tensão	O	O
5.6.4	Válvula de alívio de pressão	O	O
5.6.5	Suporte para-raios no tanque	O	O

O – Obrigatório

5.7. Ligações dos Enrolamentos de Fase e Indicação do Deslocamento Angular

Deve atender o estabelecido na NBR 5356-1. A ligação em estrela ou triângulo de um conjunto de enrolamentos de fase de um transformador trifásico ou dos enrolamentos de mesma tensão de transformadores monofásicos associados num banco trifásico deve ser indicada pelas letras Y ou D, para o enrolamento de alta tensão, e y ou d, para enrolamentos de baixa tensão. Se o ponto neutro de um enrolamento em estrela for acessível, as indicações devem ser, respectivamente, YN e yn.



O deslocamento angular nos transformadores trifásicos ligados em triângulo-estrela é de 30°, com as fases de baixa tensão atrasadas em relação às correspondentes da alta tensão, conforme a NBR 5440, ligação Dyn1.

5.8. Placa de Identificação

O transformador deve ser provido de uma placa de identificação metálica, de aço inoxidável, com espessura mínima de 1 mm rebitada no tanque do transformador, instalada em posição visível, sempre que possível do lado de baixa tensão e conforme Figura 6 do Anexo 7.2. A placa de identificação deve conter, indelevelmente marcada, no mínimo, as seguintes informações:

- a) a palavra transformador;
- b) nome do fabricante e local de fabricação;
- c) número de série de fabricação;
- d) mês e ano de fabricação;
- e) designação e data da norma brasileira (especificação);
- f) tipo, segundo a classificação do fabricante;
- g) número de fases;
- h) potência em kVA;
- i) designação do método de resfriamento;
- j) diagrama de ligações, contendo todas as tensões e respectivas correntes;
- k) frequência nominal;
- l) polaridade para transformadores monofásicos ou diagrama fasorial para trifásicos;
- m) impedância de curto-circuito, em percentagem;



- n) tipo do óleo e volume necessário, em litros;
- o) massa total aproximada, em quilogramas;
- p) níveis de isolamento;
- q) elevação máxima de temperatura no enrolamento e óleo;
- r) material dos enrolamentos AT/BT;
- s) nível de eficiência (A, B, C ou D);
- t) número do pedido de compra/item Celesc;
- u) código do material Celesc;
- v) logotipo e nome “Celesc Distribuição S.A.”;
- x) número de equipamento (fornecido pelo Departamento de Suprimentos da Celesc D);
- z) informações em código 2D (QR Code) do equipamento, padrão Celesc D, conforme documento anexo ao edital.

A impedância de curto-circuito deve ser indicada para a derivação principal, referida à temperatura de referência, conforme a Tabela 11.

Devem ser indicadas, para cada impedância de curto-circuito, as respectivas tensões nominais ou de derivação, a potência de referência e a frequência de referência.

O diagrama de ligações deve ser constituído de um esquema dos enrolamentos, mostrando as ligações permanentes, bem como todas as derivações e terminais, com os números ou letras indicativas conforme NBR 5440. Deve conter também, uma tabela, mostrando separadamente, as ligações dos diversos enrolamentos, com a disposição e identificação de todas as buchas, bem como as ligações no painel ou a posição do comutador para a tensão nominal e as tensões de derivação. Devem constar dele as tensões expressas em volts, não sendo, porém, necessário escrever essa unidade.



Quando qualquer enrolamento tiver que ser aterrado, a letra T deve ser escrita no diagrama de ligações, junto da indicação do respectivo enrolamento. A polaridade, para transformadores monofásicos, deve ser indicada conforme a Figura 2.

Os níveis de isolamento dos enrolamentos e do terminal de neutro devem ser indicados, conforme o modelo apresentado na Tabela 10.

Tabela 10 – Indicação dos Níveis de Isolamento na Placa de Identificação

Níveis de isolamento – tensões suportáveis (kV)	AT	N	BT
Frequência industrial (kV eficaz)			
Impulso atmosférico (kV crista)			

AT = alta tensão

N = neutro

BT = baixa tensão

Os transformadores deverão ser fornecidos com a ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, conforme Portaria Interministerial nº 104, de 22 de março de 2013.

5.9. Características de Ensaio, Inspeção e Recebimento

Os ensaios devem ser executados de acordo com a NBR 5356-1 e conforme os Anexos 7.4. – Procedimento de Inspeção e Testes Transformadores Monofásicos e 7.5. – Procedimento de Inspeção e Testes Transformadores Trifásicos desta Especificação.

Todos os ensaios citados nos itens a seguir devem ser efetuados em transformadores prontos, montados e cheios de óleo isolante. As despesas relativas a material de laboratório e pessoal para execução dos ensaios correm por conta do fabricante.

A fornecedora deverá avisar quando o material estiver pronto para inspeção, por escrito, conforme formulário de solicitação de inspeção, que pode ser encontrado no seguinte endereço: <http://www.celesc.com.br/portal/fornecedor15/index.php/inspecao-e-controle-de-qualidade> e enviar, preferencialmente, para o *e-mail* dvcq@celesc.com.br, ou fax (48) 3279-3069, à Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ, sita à BR 101, km 215 – Palhoça/SC, com antecedência de 15 dias da data de disponibilização do material para inspeção em fábrica no Brasil, e de 30 dias para inspeção no exterior.



Após a confirmação da data de início da inspeção, o cancelamento desta, realizado por parte da solicitante em prazo inferior a 5 dias úteis, sujeitará o fornecedor ao pagamento das despesas atinentes à reprogramação de viagem, sendo considerado tal fato como chamada improdutiva. A inspeção em fábrica deverá ser feita em lote completo por datas de entrega. Lotes parciais poderão ser inspecionados, desde que seja de interesse mútuo da Celesc Distribuição S.A. e da fornecedora. O material só poderá ser embarcado após a emissão do Boletim de Inspeção de Material – BIM, com aprovação ou Autorização de Entrega emitida por *e-mail* ou fax pela Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ, da Celesc Distribuição S.A. O material despachado desacompanhado do documento citado não será recebido nos almoxarifados da Celesc Distribuição SA, sendo imediatamente devolvido à fornecedora sem qualquer ônus para a Celesc Distribuição S.A.

Os instrumentos de medição usados devem estar aferidos por órgão oficial ou outros devidamente credenciados e os certificados de aferição devem estar à disposição do inspetor.

Todos os ensaios de recebimento deverão ser realizados no próprio fabricante. Caso qualquer ensaio seja realizado em laboratório externo, este(s) ensaio(s) será(ão) considerado(s) como reinspeção, sendo essas despesas de responsabilidade do Fornecedor, conforme documento Procedimentos Gerais de Inspeção de Materiais, disponível no *link* <http://site.celesc.com.br/fornecedores/inspecao-e-qualidade#procedimentos-de-inspecao>.

5.9.1. Ensaaios de Rotina

Os ensaios de rotina são todos os ensaios de recebimento, porém feitos pelo fabricante em sua fábrica.

5.9.2. Ensaaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento são realizados por inspetores credenciados pela Celesc D. Os ensaios de recebimento executados em todas as unidades escolhidas aleatoriamente, conforme a Tabela 17, são os seguintes:

- a) resistência elétrica dos enrolamentos;
- b) relação de tensões;
- c) resistência do isolamento;
- d) polaridade;

- e) deslocamento angular e sequência de fases;
- f) perdas (em vazio e em carga);
- g) corrente de excitação;
- h) tensão de curto-circuito;
- i) ensaios dielétricos:
 - tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada);
 - tensão induzida de curta duração.
- j) estanqueidade e resistência à pressão, à temperatura ambiente em transformadores de potência nominal igual ou inferior a 300 kVA;
- k) elevação de temperatura;
- l) verificação do funcionamento dos acessórios;
- m) tensão suportável nominal de impulso atmosférico de alta tensão;
- n) verificação do esquema de pintura;
- o) óleo isolante;
- p) equilíbrio de tensão (para transformadores monofásicos).

5.9.2.1. Verificação do Funcionamento dos Acessórios

No funcionamento dos acessórios deve ser verificado:

- a) comutador de derivação externo sem tensão;

- b) válvula de alívio de pressão.

5.9.3. Ensaio de Tipo

Os ensaios de tipo são os seguintes:

Item	Ensaio	Norma
1	Resistência Elétrica dos Enrolamentos	ABNT NBR 5356-1
2	Relação de Tensões	ABNT NBR 5356-1
3	Resistência do Isolamento	ABNT NBR 5356-1
4	Polaridade	ABNT NBR 5356-1
5	Deslocamento Angular e Sequência de Fase	ABNT NBR 5356-1
6	Perdas em Vazio	ABNT NBR 5356-1
7	Perdas em Carga	ABNT NBR 5356-1
8	Corrente de Excitação	ABNT NBR 5356-1
9	Tensão de Curto Circuito	ABNT NBR 5356-1
10	Tensão Suportável Nominal à Frequência Industrial	ABNT NBR 5356-3
11	Tensão Induzida de Curta Duração	ABNT NBR 5356-3
12	Estanqueidade e Resistência à Pressão à Temperatura Ambiente	ABNT NBR 5356-1
13	Elevação de Temperatura	ABNT NBR 5356-2
14	Verificação do Funcionamento dos Acessórios	ABNT NBR 5440
15	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico de Alta Tensão	ABNT NBR 5356-4
16	Verificação do Esquema de Pintura	ABNT NBR 5440
17	Óleo Isolante	ABNT NBR 5440
18	Equilíbrio de Tensão (Transformadores Monofásicos)	ABNT NBR 5356-1
19	Fator de Potência do Isolamento	ABNT NBR 5356-1
20	Nível de Ruído	ABNT NBR 7277
21	Nível de Tensão de Radiointerferência	CISPR/TR 18-2
22	Ensaio de Curto Circuito	ABNT NBR 5356-5
23	Resistência Mecânica dos Suportes do Transformador	ABNT NBR 5440
24	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico de Baixa Tensão	ABNT NBR 5356-4 e ABNT NBR 5440

Se forem exigidos ensaios além dos mencionados, o método de ensaio deve constituir objeto de acordo entre o fabricante e a Celesc Distribuição.

5.9.4. Resistência Elétrica dos Enrolamentos

A resistência elétrica dos enrolamentos deve ser medida na derivação correspondente à tensão mais elevada e corrigida para a temperatura de referência, de acordo com a Tabela 11.

No caso de transformadores trifásicos, esse valor deve ser dado por fase.

Tabela 11 – Temperatura de Referência

Limites de elevação de temperatura dos enrolamentos (°C) - Método de variação da resistência	Temperatura de referência (°C)
55	75
65	85

5.9.5. Relação de Tensões

O ensaio de relação de tensões deve ser feito em todas as derivações. Quando o transformador tiver enrolamento com ligação série-paralela, o ensaio deve ser feito nas duas ligações. As tensões são sempre dadas para o transformador funcionando em vazio.

Aplicando-se tensão nominal a um dos enrolamentos, as tensões obtidas nos demais enrolamentos podem apresentar uma tolerância +0,5% ou 1/10 da tensão de curto-circuito, expressa em porcentagem, aquela que for menor, em relação às tensões nominais desses enrolamentos.

Em transformadores providos de derivações, quando a tensão por espira for superior a 0,5% da tensão de derivação respectiva, a tolerância especificada acima, aplicar-se-á ao valor da tensão correspondente à espira completa mais próxima.

5.9.6. Resistência do Isolamento

A resistência do isolamento deve ser medida antes dos ensaios dielétricos. Esse ensaio não constitui critério para aprovação ou rejeição do transformador.

5.9.7. Polaridade

Os transformadores monofásicos devem ter polaridade subtrativa.

Em transformadores trifásicos, o ensaio de polaridade é dispensável, à vista do levantamento do diagrama fasorial, prescrito no ensaio de deslocamento angular.



5.9.8. Deslocamento Angular e Sequência de Fases

Devem ser verificados o deslocamento angular e a sequência de fases, por meio do levantamento do diagrama fasorial.

5.9.9. Corrente de Excitação

O fabricante deve declarar o valor percentual da corrente de excitação, referido à corrente nominal do enrolamento em que é medida.

A corrente de excitação, salvo indicação diferente, não deve exceder em mais de 20% o valor declarado.

No caso de encomenda de 2 ou mais transformadores iguais, a mesma tolerância deve ser aplicada ao transformador individual, não podendo, porém, a média dos valores de todos os transformadores exceder o valor declarado pelo fabricante.

5.9.10. Estanqueidade e Resistência à Pressão

O transformador completo, cheio de óleo e com todos os acessórios, deve ser ensaiado para se verificar a vedação das gaxetas, conexões roscadas etc. Neste ensaio, que deve ser realizado após os ensaios dielétricos, os transformadores devem suportar as pressões manométricas de ensaio, de 0,07 MPa, por um tempo de aplicação de 1 hora, sem apresentar vazamento.

Nota: caso o fornecedor adote outra metodologia de ensaio, o método deve ser submetido à Celesc Distribuição para aprovação.

5.9.11. Fator de Potência do Isolamento

O fator de potência do isolamento deve ser medido conforme NBR 5356-1.

Durante a realização dos ensaios dielétricos de tipo, esse ensaio deve ser realizado antes e após estes, para efeito de comparação com os valores anteriormente obtidos (< 1,5%).

5.9.12. Elevação de Temperatura

A determinação das temperaturas dos enrolamentos deve ser feita pelo método de variação da resistência, conforme NBR 5356-2. A determinação da temperatura pelo método da variação da resistência é feita comparando-se a resistência elétrica do enrolamento, na temperatura a ser determinada, com sua resistência numa temperatura conhecida.



O ensaio de elevação deve ser realizado na derivação de maior perda total, alimentando-se o transformador que apresentou as maiores perdas totais do lote de forma a se obter as seguintes perdas totais (WTE):

$$WTE = WTM - WO + WO1$$

Onde:

WTE = perdas totais obtidas durante o ensaio de elevação de temperatura

WTM = perdas totais da derivação de maior perda, com 100% da tensão nominal da derivação (U_n)

WO = perdas em vazio com 100% U_n

WO1 = perdas em vazio com 105% U_n

5.9.13. Ensaio Dielétricos

5.9.13.1. Tensão Máxima do Equipamento e Nível de Isolamento

Os valores de tensão máxima e nível de isolamento estão estabelecidos no Anexo 7.3. desta Especificação e os requisitos devem estar de acordo com a NBR 5356-3.

5.9.13.2. Requisitos Gerais

Os requisitos para transformadores imersos em óleo aplicam-se somente à isolação interna.

Se os espaçamentos externos entre partes vivas, fase-fase e fase-terra não forem inferiores aos recomendados na Tabela 14, não são necessários ensaios adicionais para a verificação da isolação externa. Se for utilizado espaçamento menor, a sua adequação pode ser confirmada por ensaio de tipo num modelo adequado da configuração ou no transformador completo.

Os ensaios dielétricos de tensão suportável nominal à frequência industrial e induzida devem ser feitos após os ensaios de impulso atmosférico, quando aplicável.

Os ensaios dielétricos devem, preferencialmente, ser feitos na fábrica do fornecedor, com o transformador à temperatura ambiente.

Os transformadores devem estar completamente montados como em funcionamento.



As buchas e comutadores de derivações devem ser especificados, construídos e ensaiados de acordo com as normas correspondentes.

A execução satisfatória dos ensaios dielétricos, com os componentes acima citados montados no transformador, constituem uma verificação da aplicação e instalação correta destes.

Para execução dos ensaios dielétricos no transformador, devem ser utilizadas as buchas a serem fornecidas com o próprio transformador.

Se nos ensaios dielétricos ocorrer uma falha e for constatado que ocorreu numa bucha, esta deve ser substituída por outra e serem refeitos os ensaios de dielétricos do transformador.

Não devem ser utilizados elementos não lineares, tais como para-raios de resistores não lineares, interna ou externamente, para a limitação de sobretensões transitórias durante o ensaio.

Para os transformadores providos de derivações, o ensaio de impulso atmosférico deve ser enquadrado em um dos 2 aspectos seguintes:

- a) se a faixa de derivações for inferior ou igual a $\pm 5\%$, os demais ensaios dielétricos devem ser feitos com o transformador ligado na derivação principal;
- b) se a faixa de derivações for superior a $\pm 5\%$, a escolha da derivação não pode ser prescrita universalmente. As condições de ensaio determinam a escolha de uma derivação particular para os ensaios de tensão induzida e de impulso de manobra.

Não é recomendável a repetição periódica dos ensaios dielétricos, devido às severas solicitações a que a isolamento é submetida durante a realização destes. Quando essa repetição for necessária, em transformadores instalados, os valores das tensões de ensaio devem ser reduzidos para 75% dos valores originais. Para transformadores recuperados, os valores das tensões de ensaio devem ser iguais aos valores originais.

5.9.13.3. Enrolamentos

O comportamento da isolamento é verificado por meio da execução dos seguintes ensaios:

- a) ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial (tensão aplicada);



- b) ensaios de tensão induzida;
- c) ensaio de tensão suportável nominal de impulso atmosférico.

Os valores estão especificados na Tabela 12.

5.9.13.4. Ensaio de Tensão Suportável Nominal à Frequência Industrial

O transformador deve suportar os ensaios de tensão suportável nominal à frequência industrial, durante 1 minuto, no valor especificado, sem que se produzam descargas disruptivas e sem que haja evidência de falha, conforme a NBR 5356-3.

5.9.13.5. Ensaio de Tensão Induzida

Transformadores de tensão máxima do equipamento igual ou inferior a 36,2 kV devem ser capazes de suportar o ensaio de tensão induzida, sem que produzam descargas disruptivas e sem que haja evidência de falha. A duração do ensaio deve ser de 7.200 ciclos, com frequência de ensaio não inferior a 120 Hz e não superior a 480 Hz, sendo que:

- a) o transformador deve ser excitado, de preferência, como o será em funcionamento normal. Os transformadores trifásicos devem ser excitados, preferencialmente, por um sistema trifásico de tensões. O terminal de neutro, quando houver, pode ser ligado à terra;
- b) deve ser desenvolvida uma tensão igual ao dobro da respectiva tensão de derivação utilizada no ensaio, porém, a tensão de ensaio entre os terminais da linha para transformadores trifásicos ou a tensão entre linha e massa para transformadores monofásicos não deve ultrapassar o valor correspondente ao nível de isolamento especificado, de acordo com a Tabela 12.

5.9.13.6. Ensaio de Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 5356-3 e o transformador deve suportar os ensaios de impulso atmosférico, sem que se produzam descargas disruptivas e sem que haja evidências de falha.

Os ensaios de impulso atmosférico devem ser feitos com o transformador desenergizado.



Durante o ensaio de impulso atmosférico, as solicitações dielétricas são distribuídas diferentemente, em virtude da derivação na qual o transformador está ligado e do seu projeto.

Salvo especificação, para que o ensaio seja feito com o transformador ligado em uma determinada derivação, recomenda-se utilizar, durante o ensaio, as derivações extremas e a principal utilizando uma derivação diferente para cada uma das 3 fases de um transformador trifásico ou em cada um dos transformadores monofásicos destinados a formar um banco trifásico.

Os ensaios de impulso atmosférico devem ser feitos com impulsos plenos e cortados. Os impulsos plenos e cortados devem ser impulsos normalizados, com tempo virtual de frente de 1,2 μ s e tempo virtual até o meio valor de 50 μ s, sendo designados por 1,2/50. Os impulsos cortados devem ser impulsos plenos normalizados, cortados entre 2 a 6 μ s após o zero virtual.

Havendo descarga de contorno no circuito ou falha no registrador oscilográfico, deve ser desprezada a aplicação que ocasionou a falha e feita outra aplicação.

O ensaio de impulso deve ser feito aplicando-se em todos os terminais de linha dos enrolamentos sob ensaios e na ordem mencionada:

- (1) 1 impulso pleno normalizado com valor reduzido;
- (2) 1 impulso pleno normalizado com o valor especificado;
- (3) 1 ou mais impulsos cortados com valor reduzido;
- (4) 2 impulsos cortados com o valor especificado;
- (5) 2 impulsos plenos normalizados com o valor especificado.

O impulso pleno normalizado com valor reduzido (1) serve para comparação com os impulsos plenos normalizados com o valor especificado (2) e (5).

Os impulsos cortados com valor reduzido (3) servem para comparação com os impulsos cortados com o valor especificado (4).



Os impulsos plenos normalizados com o valor especificado (5) servem para aumentar eventuais danos causados pelas aplicações (2) e (4), tornando-os mais patentes ao exame dos oscilogramas.

O circuito de corte deve ser tal que o valor do *overswing* de polaridade oposta após o corte seja limitado a não mais de 25% do valor de crista do impulso cortado.

O ensaio de impulso atmosférico, quando aplicado aos terminais de neutro de transformadores, deve ser constituído pela aplicação de 1 impulso pleno normalizado com valor reduzido, 2 impulsos plenos normalizados com o valor especificado e um impulso pleno normalizado com valor reduzido, na ordem mencionada. O valor especificado do impulso deve ser o correspondente ao nível de isolamento do terminal de neutro.

As formas de impulsos devem atender o seguinte:

- a) quando aplicados diretamente ao terminal de neutro, é permitido um tempo virtual de frente até 13 μ s, sendo o tempo até o meio valor 50 μ s;
- b) quando resultantes no terminal de neutro pela aplicação de impulsos 1,2/50 nos terminais de linha, a forma de impulso no neutro dependerá das características dos enrolamentos. Neste caso, o nível utilizado não deve exceder 75% do nível prescrito para os terminais de linha.

Tabela 12 – Níveis de Isolamento

Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico		Tensão suportável nominal à frequência industrial durante 1 minuto e tensão induzida kV (eficaz)
	Pleno kV (crista)	Cortado kV (crista)	
1,2	30	-	10
15	110	121	34
24,2	150	165	50
36,2	170	187	70

Tabela 13 – Níveis de Isolamento do Terminal de Neutro

Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)	Tipo de aterramento do terminal de neutro		
	Diretamente aterrado com ou sem transformadores de corrente	Aterrado através de resistor ou reator	Aterrado com ressonância ou isolado com para-raios no neutro
	Tensão suportável nominal à frequência industrial kV (eficaz)		
1,2	10	10	10

Tabela 14 – Espaçamentos Externos Mínimos

Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico kV (crista)	Espaçamentos mínimos em ar	
		Fase-terra mm	Fase-fase mm
1,2	30	25	25
15	110	165	165
24,2	150	225	225
36,2	170	330	330



Nota: para outros níveis de isolamento, consultar NBR 5356-3.

5.9.14. Nível de Ruído

Os níveis de ruído produzidos por transformadores não devem exceder os níveis especificados na Tabela 15, quando os transformadores são ensaiados de acordo com a NBR 5356-1.

Tabela 15 – Níveis de Ruído para Transformadores em Óleo de Potência Nominal até 300 kVA

Nível médio de ruído dB	Potência nominal do transformador equivalente com 2 enrolamentos kVA
48	0 - 50
51	51 - 100
55	101 - 300

5.9.15. Nível de Tensão de Radiointerferência

Os níveis de tensão de radiointerferência produzidos por transformadores não devem ultrapassar os limites estabelecidos na Tabela 16, quando medidos de acordo com a CISPR TR/18-2.

Tabela 16 – Tensão de Radiointerferência (TRI) Máxima em Transformador

Tensão máxima do equipamento kV (eficaz)	Tensão aplicada no primário para verificação da TRI (V)		TRI máxima μ V
	Trifásico e monofásico (FF)	Monofásico (FN)	
15	13.800	7.967	250
24,2	23.100	13.337	350
36,2	34.500	19.919	450

5.9.16. Ensaio para Verificação de Resistência Mecânica para os Suportes do Transformador

Instalados conforme detalhe para ensaio, os suportes devem suportar as seguintes solicitações:

- a) carga nominal = 1500 daN;
- b) carga mínima de ruptura = 3000 daN.

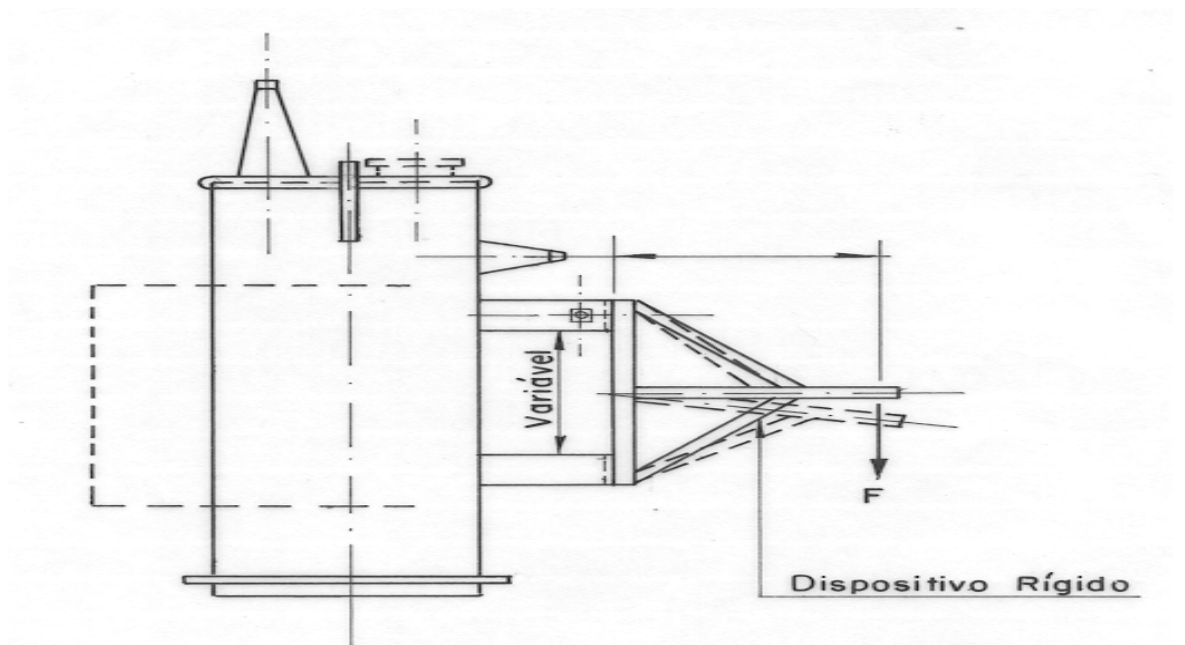


Figura 1 – Detalhe do Ensaio de Suportabilidade Mecânica dos Suportes

5.9.17. Ensaaios de Verificação do Esquema de Pintura

Para verificação do esquema de pintura devem ser realizados os ensaios descritos nos subincisos 5.11.3.4. e 5.11.3.9., atendendo os requisitos exigidos no subitem 5.11. desta Especificação.

5.9.18. Ensaio do Óleo Isolante

O óleo isolante após contato com o equipamento deve atender os requisitos da Tabela 6, devendo ser realizados os seguintes ensaios:

- a) tensão interfacial;



- b) teor de água;
- c) rigidez dielétrica;
- d) fator de perdas.

O óleo mineral isolante, ao ser recebido a partir dos tanques do distribuidor, no caso de óleo importado ou dos tanques das refinarias e do distribuidor, no caso de óleo de produção nacional, deve ser ensaiado de acordo com a NBR 5356-1 e atender aos requisitos da Resolução ANP nº 36, de 5.12.2008.

5.9.19. Ensaio de Equilíbrio de Tensão em Transformadores Monofásicos

Este ensaio deve ser efetuado em transformadores monofásicos, com ligação secundária a três fios.

Na situação de desequilíbrio de carga, o transformador deve ser alimentado com tensão nominal e aplicada uma carga equivalente à metade da potência nominal do transformador, com fator de potência maior que 0,92 entre terminais X1 e X2, correspondentes à metade do enrolamento secundário. A diferença de tensão medida entre os terminais com carga, X1 e X2, e aqueles em vazio, X2 e X3, não deve exceder 3 V.

5.10. Formação de Amostra para Ensaio de Recebimento

5.10.1. Ensaio Tensão Aplicada e Tensão Induzida

Estes ensaios serão realizados em 100% das peças do lote sob inspeção.

5.10.2. Óleo Isolante

Serão colhidas 3 amostras de óleo de cada tipo de transformador monofásico ou trifásico ou de cada classe de tensão, independentemente do número de unidades do lote.

5.10.3. Plano de Amostragem para os Ensaios de Transformadores de Distribuição

Para os ensaios de verificação geral, resistência elétrica dos enrolamentos, relação de tensões, resistência de isolamento, polaridade, deslocamento angular, sequência de fase, perdas em vazio, perdas em carga corrente de excitação, tensão de curto-circuito, estanqueidade, resistência à pressão interna, esquema de pintura, equilíbrio de tensão em transformadores monofásicos e galvanização, a formação do tamanho do lote está definida na Tabela 17.

Tabela 17 – Amostragem para Ensaio de Recebimento

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	A _c	R _c
2 a 90	-	3	0	1
91 a 280	1 ^a	8	0	2
	2 ^a	8	1	2
281 a 500	1 ^a	13	0	3
	2 ^a	13	3	4
501a 1200	1 ^a	20	1	4
	2 ^a	20	4	5

5.10.4. Ensaio de Elevação de Temperatura e Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico

O tamanho da amostra para o ensaio de elevação de temperatura será de uma unidade para cada item do lote sob inspeção, sendo escolhido preferencialmente para o ensaio o transformador que apresentar maiores valores em perdas.

Para o ensaio de impulso atmosférico, a amostragem deverá obedecer a Tabela 18. Ocorrendo reinspeção do lote, o número de amostras será dobrado.

Tabela 18 – Amostragem para Ensaio de Recebimento

Número de unidades do lote	Amostra			
	Sequência	Tamanho	A _c	R _c
1 a 15	-	1	0	1
16 a 50	-	2	0	1
51 a 150	-	3	0	1
151 a 500	-	5	0	1
501 a 3200	1 ^a	8	0	2
	2 ^a	8	1	2

5.10.5. Crítérios para Aceitação ou Rejeição

Para os ensaios em 100% do lote, as unidades que falharem serão rejeitadas.

Para os ensaios em que a amostragem estiver em conformidade com a Tabela 17, e havendo falhas nos resultados dos ensaios, a aceitação ou rejeição está prevista no inciso 5.10.3. desta Especificação.

Em caso de falha no ensaio de impulso, o lote será rejeitado conforme critérios da Tabela 18. No ensaio de elevação de temperatura, em caso de falha na amostragem ensaiada, todo o lote estará rejeitado.

5.10.6. Formação da Amostra para Ensaios de Tipo

O tamanho da amostra será de uma unidade para cada item a ser indicado pela Celesc Distribuição. Se ocorrer uma falha em um dos ensaios, o lote não deve ser aceito.



5.11. Especificação Técnica para Pintura

5.11.1. Esquema de Pintura das Partes Ferrosas

5.11.1.1. Preparo da Superfície

- a) todas as superfícies deverão ser previamente limpas com desengraxante ou solvente, a fim de remover os resíduos de óleo e graxa remanescentes do processo de fabricação (caldeiraria);
- b) as superfícies internas e externas deverão ser submetidas ao jateamento abrasivo ao metal branco, padrão Sa 3 (Norma Sueca SIS 05 5900), para remoção de crostas, carepas de laminação oxidação superficial, escória das soldas etc.;
- c) todas as rebarbas, arestas cortantes, pingos aderentes de solda e escória deverão ser removidas por meio de processo de esmerilhamento, para eliminar pontos de baixa espessura de revestimento;
- d) nas superfícies galvanizadas (metalizadas ou galvanizadas a quente), poderá ser utilizado o processo de jateamento leve fino (*brush-off*), a fim de promover aderência adequada ao sistema de pintura a ser aplicado posteriormente.

5.11.1.2. Esquema de Pintura para as Partes Internas

As superfícies internas deverão ser pintadas com tinta à base de epóxi poliamina bicomponente, resistente ao óleo isolante aquecido, na cor branca notação Munsell N9,5 com espessura seca mínima de 60 micrometros.

5.11.1.3. Esquema de Pintura para as Partes Externas

As superfícies externas deverão ser pintadas com um esquema de pintura, resistente à intempérie, formado de acordo com o seguinte:

- a) *primer* anticorrosivo: aplicação de sucessivas demãos de *primer* bicomponente à base de epóxi rico em zinco, com no mínimo 80% de zinco na película seca. Espessura mínima da película seca de 80 micrometros;

- b) *primer* intermediário: aplicação de sucessivas demãos de *primer* bicomponente, à base de epóxi de óxido de Ferro Micáceo, compatível com o *primer* anticorrosivo aplicado, com espessura mínima da película seca de 70 micrometros;
- c) acabamento: aplicação de sucessivas demãos de tinta de acabamento em poliuretano acrílico alifático de alta espessura, bicomponente e de alto sólidos por volume. A espessura mínima da película seca é de 60 micrometros;
- d) este esquema de pintura externa deverá apresentar uma espessura mínima de película seca de 210 micrometros. A tinta de acabamento deverá ser semibrilhante, na cor cinza claro Munsell N6,5. Para transformadores com óleo vegetal, a tinta de acabamento deverá ser semi-brilhante, na cor verde Munsell 5G 8/4.

Deve ser pintado na parte externa do tanque dos transformadores, no sentido vertical, de forma a ser facilmente visível, o primeiro algarismo da classe de tensão e 3 algarismos, indicando sua potência e também o número do equipamento (separados – em lados opostos). Estes algarismos devem ter cor preta para os transformadores de 23,1 kV e 34,5 kV e cor vermelha para os transformadores de 13,8 kV, com tamanho 60 X 50 mm.

Os transformadores fornecidos com óleo vegetal deverão possuir uma identificação na lateral e no fundo antes da identificação da classe de tensão em verde com a letra “V” ou uma etiqueta identificando o óleo vegetal.

Deverá ser pintada após a potência a letra correspondente ao nível de eficiência do transformador.

5.11.2. Aprovação do Esquema de Pintura

Nas exceções, quando a Celesc Distribuição aceitar alternativamente o esquema de pintura ofertado na proposta, desde que equivalente ou superior ao esquema proposto nesta Especificação, o fabricante deverá enviar, juntamente com os desenhos a serem aprovados, a descrição detalhada do esquema de pintura proposto, bem como os nomes comerciais das tintas a serem utilizadas e de seu fabricante, para análise e posterior deliberação por parte da Celesc Distribuição.

Deverão ser encaminhadas à Celesc Distribuição, juntamente com os desenhos para aprovação, 3 réplicas do esquema de pintura proposto executado em corpos de prova de tamanho 100 x 150 mm, para realização dos ensaios previstos.



5.11.3. Ensaaios

Os equipamentos estarão sujeitos aos ensaios abaixo relacionados, sendo que os ensaios indicados nos subincisos 5.11.3.4. e 5.11.3.9. são também ensaios de recebimento.

5.11.3.1. Névoa Salina

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme a ABNT NBR 8094, com entalhe na vertical.

O tanque deve resistir a 500 h de exposição contínua ao ensaio de névoa salina (solução a 5% de NaCl em água). Não pode haver empolamento e a penetração máxima sob os cortes traçados deve ser de 4 mm. Os painéis devem ser mantidos em ângulo de 15° a 30° conforme a ABNT NBR 8094.

5.11.3.2. Umidade

Os painéis devem ser colocados em ângulo de 15° a 30° em uma câmara com umidade relativa de 100% e temperatura ambiente de $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$. Após 250 h de exposição, não podem ocorrer empolamentos ou defeitos similares, quando ensaiados conforme ASTM D 1735.

5.11.3.3. Impermeabilidade

Imergir 1/3 do painel em água destilada mantida a $37,8^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Após 480 h, não podem ocorrer empolamentos ou defeitos similares, quando ensaiado conforme ASTM D 870.

5.11.3.4. Aderência

Este ensaio deve ser executado conforme a ABNT NBR 11003, método A, e deverá possuir grau de aderência máximo Y1 e X1.

5.11.3.5. Brilho

O acabamento deve ter um brilho de 55 a 65 medido no Gardner Glossmeter a 60°, quando ensaiado conforme ASTM D 523.



5.11.3.6. Resistência a Óleo Isolante

Preparar os painéis somente com o esquema de pintura interna. Devem resistir a 106 h imersos em óleo a $110^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, sem alterações, quando ensaiados conforme ABNT NBR 6529.

5.11.3.7. Resistência Atmosférica Úmida Saturada na Presença de SO₂

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme a ABNT NBR 8094, com entalhe na vertical.

Deve-se verificar a resistência a 100% de umidade relativa com duração conforme ASTM D 2247.

Deve-se também verificar a resistência ao SO₂ (2,0 L), em ciclos conforme DIN 50018.

O tanque deve resistir a um ciclo de 24 horas de ensaio sem apresentar bolhas, enchimentos, absorção de água, carregamento e não pode apresentar manchas e corrosão.

Nota: o ciclo de 24 horas consiste em um período igual a 8 horas a $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ na presença de SO₂, após o qual se desliga o aquecimento e se abre a tampa do aparelho, deixando-se as peças expostas ao ar, dentro do aparelho, durante 16 horas à temperatura ambiente.

5.11.3.8. Resistência Marítima

Com uma lâmina cortante, romper o filme até a base, conforme a ABNT NBR 8094, com entalhe na vertical.

Colocar os painéis em ângulo de 45° , com a face traçada voltada para o mar, a uma distância deste de até 30 m do limite da maré alta.

Após 6 meses de exposição, não pode haver empolamento e similares, permitindo-se penetração na zona do corte de até 4 mm, quando ensaiado conforme ASTM D 1014.

5.11.3.9. Determinação de Espessura de Camada de Tinta

Este ensaio deve ser executado conforme a ABNT NBR 10443.



5.11.4. Requisitos Finais

Todos os parafusos, porcas, contra porcas, arruelas, dobradiças, e demais acessórios de aplicação externa, deverão ser fornecidos em material não ferroso como aço inox, bronze-silício etc., ou em aço galvanizado a quente conforme NBR 6323.

Deverá ser aplicada faixa de reforço de pintura antes de cada demão, por meio de rolo ou trincha, nas áreas suscetíveis à corrosão. Deverá ser aplicado reforço de pintura nos cordões de solda interno e externo, cantos arredondados por meio de esmerilhamento e nas áreas de contorno acentuadas.

Deverão ser observadas, rigorosamente, as recomendações do fabricante das tintas utilizadas no que diz respeito ao método de aplicação, intervalo mínimo entre demãos, condições climáticas, umidade relativa do ar ambiente no momento da aplicação etc. e tempo máximo para a utilização das tintas bicomponentes.

O esquema de pintura especificado acima deverá apresentar resultados satisfatórios quando submetido aos seguintes ensaios U.V. (ultravioleta) acelerados durante 2.000 horas, conforme ASTM G26; ensaio de névoa salina a 5% de NaCl durante 1.000 horas conforme NBR 8094. No ensaio em névoa salina, o corpo de prova deverá ser submetido a um corte paralelo centralizado ao longo de sua maior dimensão. Findo o ensaio não deve haver avanço de oxidação sob a pintura, permitindo-se somente a presença de oxidação superficial ao longo da incisão.

A Celesc Distribuição reserva-se o direito de retirar amostras das tintas adquiridas pelo fabricante, antes e/ou durante a sua aplicação, para comprovação em laboratório das características técnicas especificadas.

O fabricante deverá incluir juntamente com a remessa do equipamento, independentemente de encomendas específicas por parte da Celesc Distribuição, quantidade de tinta suficiente para retoques que possam ser necessários em virtude de danos causados durante o transporte ou montagem deste.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Considerações

Esta Especificação não se aplica a transformadores monofásicos de potência nominal inferior a 1 kVA e polifásicos de potência nominal inferior a 5 kVA.



6.2. Normas e Documentos Complementares

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar:

ABNT NBR 5034 – Buchas para tensões alternadas superior a 1 kV – Especificação

ABNT NBR 5356-1 – Transformadores de potência – Parte 1: Generalidades

ABNT NBR 5356-2 – Transformadores de potência – Parte 2: Aquecimento

ABNT NBR 5356-3 – Transformadores de potência – Parte 3: Níveis de isolamento, ensaios dielétricos e espaçamentos externos em ar

ABNT NBR 5356-4 – Transformadores de potência – Parte 4: Guia para ensaio de impulso atmosférico e de manobra para transformadores e reatores

ABNT NBR 5356-5 – Transformadores de potência – Parte 5: Capacidade de resistir a curtos circuitos

ABNT NBR 5416 – Aplicação de cargas em transformadores de potência – Procedimento

ABNT NBR 5435 – Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Padronização

ABNT NBR 5437 – Bucha para transformadores sem conservador de óleo – Tensão nominal 1,3 kV – 160 A, 400 A e 800 A – Dimensões

ABNT NBR 5440 – Transformadores para redes aéreas de distribuição – Padronização

ABNT NBR 5458 – Eletrotécnica e eletrônica – Transformadores – Terminologia

ABNT NBR 5590 – Tubos de aço-carbono com requisitos de qualidade, para condução de fluídos – Especificação

ABNT NBR 5906 – Parte 2 – Chapas finas a quente de aço-carbono para estampagem – Especificação

ABNT NBR 5915 – Bobinas e chapas finas a frio de aço-carbono para estampagem – Especificação

ABNT NBR 6234 – Óleo – água – Determinação de tensão interfacial

ABNT NBR 6650 – Chapas finas a quente de aço-carbono para uso estrutural – Especificação

ABNT NBR 6939 – Coordenação de isolamento – Procedimento

ABNT NBR 7036 – Recebimento, instalação e manutenção de transformadores de distribuição, imersão em líquido isolante – Procedimento

NBR 10443 – Tintas e vernizes – Determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas – Método de ensaio



ABNT NBR 11003 – Tintas – Determinação da aderência

ABNT NBR 11388 – Sistemas de pintura para equipamentos e instalações de subestações elétricas

ABNT NBR 11888 – Bobinas e chapas finas a frio e a quente de aço – Carbono e aço de baixa liga e alta resistência – Requisitos

ABNT NBR 15422 – Óleo vegetal isolante para equipamentos elétricos

ASTM D3487 – Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus

IEC 60296 – Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear

Resolução ANP nº 36, de 5.12.2008, Especificação técnica dos óleos minerais isolantes tipo A e tipo B

CISPR TR/18-2 – Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits

7. ANEXOS

7.1. Figuras – Especificação

7.2. Características Dimensionais

7.3. Características Elétricas

7.4. Procedimento de Inspeção e Testes Transformadores Monofásicos

7.5. Procedimento de Inspeção e Testes Transformadores Trifásicos

7.6. Controle de Revisões e Alterações

7.7. Histórico de Revisões

7.1. Figuras – Especificação

Polaridade Subtrativa

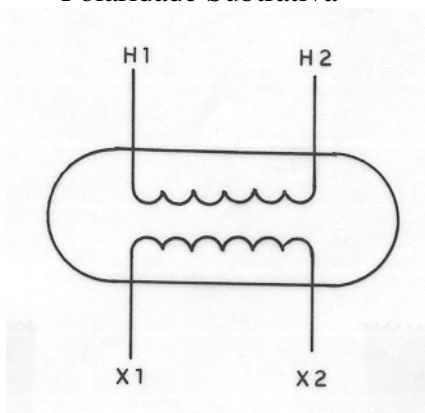


Figura 2 – Polaridade

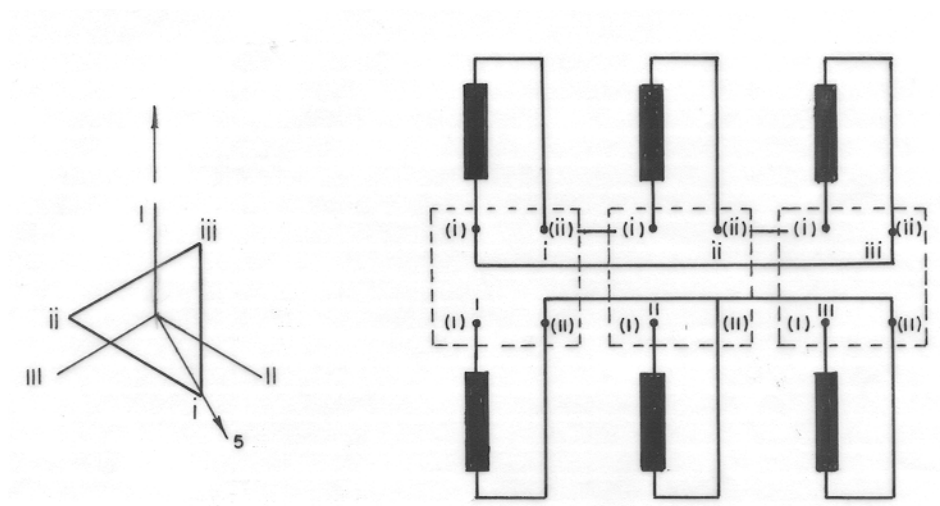
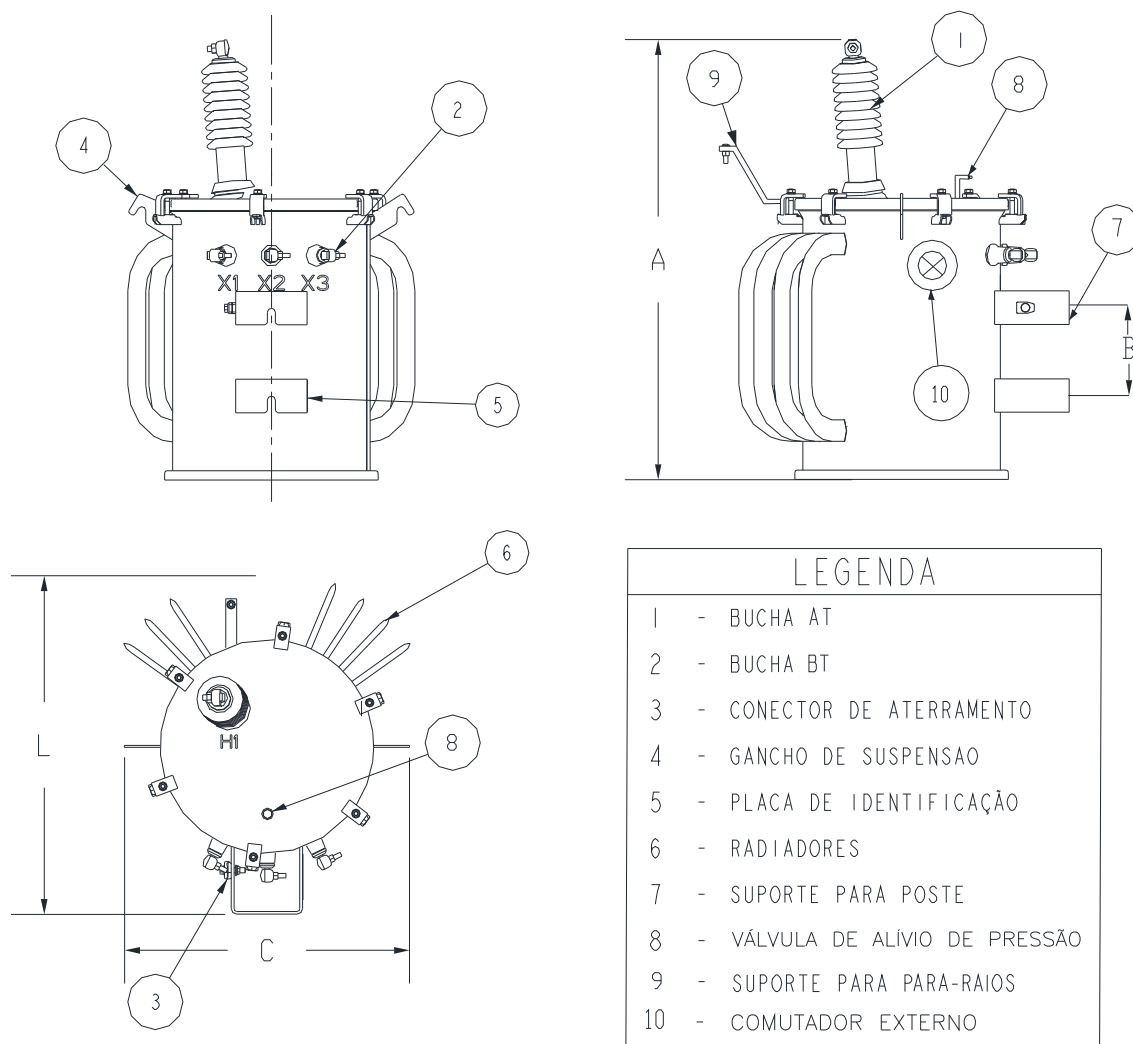


Figura 3 – Exemplo de 3 Transformadores Monofásicos Ligados para Formarem um Banco Trifásico (Símbolo de Ligação Yd5)

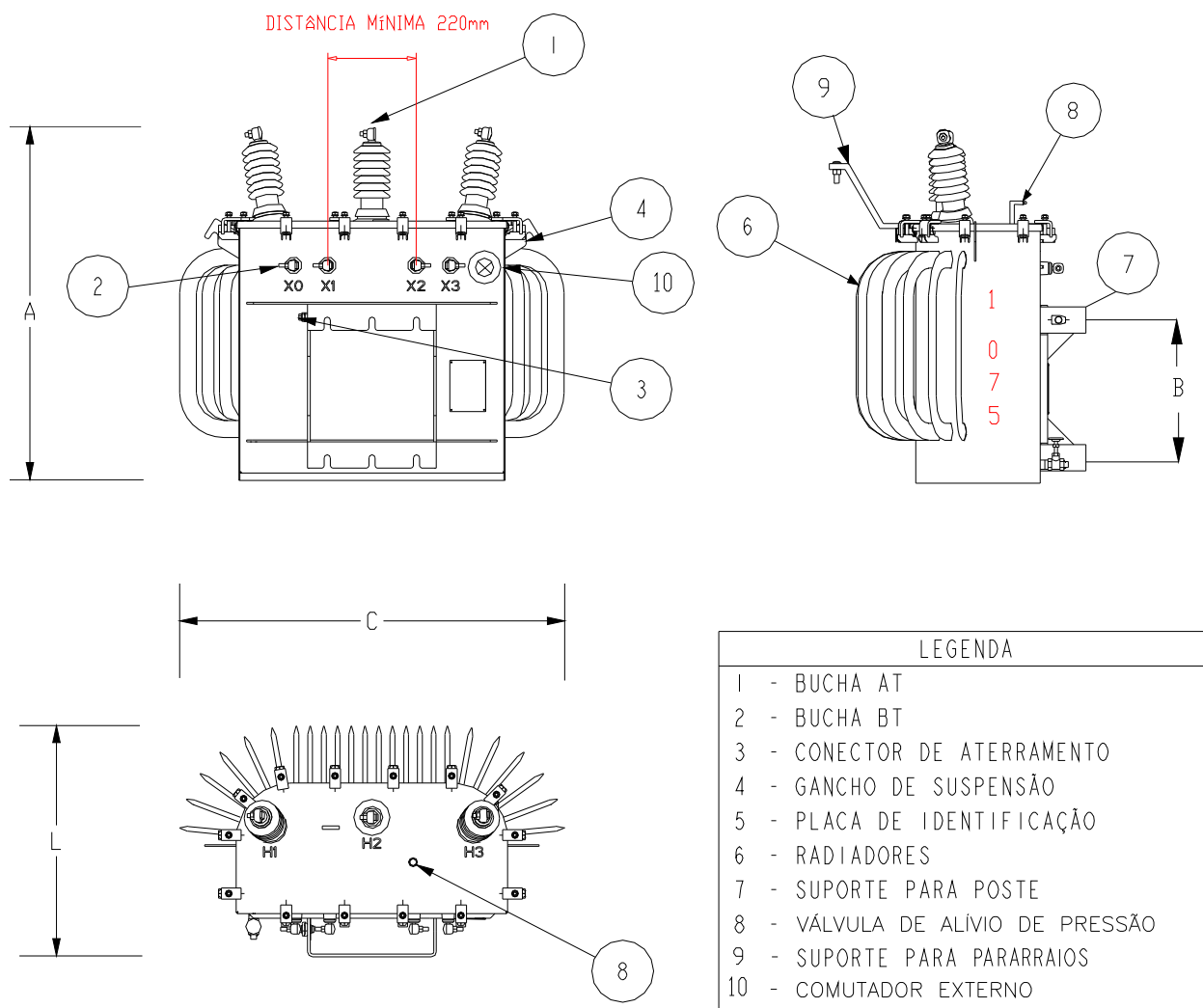
7.2. Características Dimensionais



Notas:

- 1 – Desenho orientativo.
- 2 – As dimensões máximas devem estar de acordo com a NBR 5440.
- 3 – Os cabos podem sair na vertical para cima ou para baixo.
- 4 – O projeto deve permitir a montagem dos cabos dentro dos critérios operacionais e de segurança da Celesc.
- 5 – Não deve haver problemas de montagem dos cabos com radiadores, presilhas da tampa, suporte de poste etc.

Figura 4 – Transformadores Monofásicos



Notas:

- 1 – Desenho orientativo.
- 2 – As dimensões máximas devem estar de acordo com a NBR 5440.
- 3 – O espaçamento entre X1 e X2, no mínimo, 220 mm, visa facilitar a montagem dos cabos atrás do poste. Os cabos podem sair na vertical para cima ou para baixo. A porca para aperto do terminal de BT (padrão T1 da NBR5437) deve estar voltada para fora da linha de centro do transformador.
- 4 – O projeto deve permitir a montagem dos cabos dentro dos critérios operacionais e de segurança da Celesc.
- 5 – Não deve haver problemas de montagem dos cabos com radiadores, presilhas da tampa, suporte de poste etc.

Figura 5 – Transformadores Trifásicos

LOGOTIPO
FABRICANTE
DADOS FABRICANTE

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO

Nº DATA FABRICAÇÃO ABR / 2013

kVA FREQ. Hz NORMA NBR 5440/2013

IMPEDÂNCIA % TIPO ÓLEO ISOLANTE VEGETAL

REFRIG. ONAN TIPO

TENSÕES SUPORTÁVEIS (kV)			
AT	N	BT	

CLASSE DE TENSÃO			

FREQUÊNCIA INDUSTRIAL			

IMPULSO ATMOSFÉRICO			

ALTA TENSÃO			
V	POS.	COMUTADOR LIGA	A
1	7-10	8-11	9-12
2	10-4	11-5	12-6
3	4-13	5-14	6-15

TERMINAIS	
H1	H2

BAIXA TENSÃO			
V	A	LIGAÇÃO	
380/220		Y	

TERMINAIS	
X0	X1

VOLUME l MASSA TOTAL kg

ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA ÓLEO / ENROLAMENTO °C

MATERIAL DOS ENROLAMENTOS AT / BT

NÚMERO DO EQUIPAMENTO

PEDIDO DE COMPRA / ITEM

CÓD. CELESC

NÍVEL DE EFICIÊNCIA

ISENTO DE PCB

INDÚSTRIA BRASILEIRA

DIAGRAMA FASORIAL Dyn1

138 148

95

105

LOGOTIPO
FABRICANTE
DADOS FABRICANTE

TRANSFORMADOR MONOFÁSICO

Nº DATA FABRICAÇÃO

kVA FREQ. Hz NORMA

IMPEDÂNCIA % TIPO ÓLEO ISOLANTE

REFRIG. TIPO

TENSÕES SUPORTÁVEIS (kV)			
AT	N	BT	

CLASSE DE TENSÃO			

FREQUÊNCIA INDUSTRIAL			

IMPULSO ATMOSFÉRICO			

ALTA TENSÃO			
V	POS.	COMUTADOR LIGA	A
1	5-6		
2	6-3		
3	3-4		

TERMINAIS	
H1	H2

BAIXA TENSÃO			
V	A	LIGAÇÃO	
440/220			

TERMINAIS	
X1	X2

VOLUME l MASSA TOTAL kg

ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA ÓLEO / ENROLAMENTO °C

MATERIAL DOS ENROLAMENTOS AT / BT

NÚMERO DO EQUIPAMENTO

PEDIDO DE COMPRA / ITEM

CÓD. CELESC

NÍVEL DE EFICIÊNCIA

ISENTO DE PCB

INDÚSTRIA BRASILEIRA

POLARIDADE SUBTRATIVA

138 148

95

105

Figura 6 – Placas de Identificação

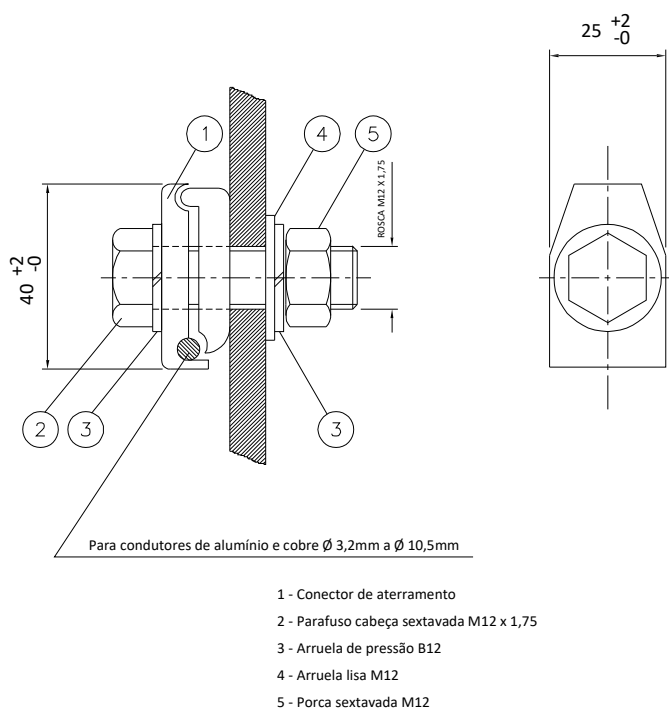


Figura 7 – Conector de Aterramento

7.3. Características Elétricas

Tabela 19 – Níveis de Isolamento

Tensão máxima de operação (kV eficaz)	Nível de Isolamento	
	Tensão suportável nominal à frequência industrial 1 minuto (kV eficaz)	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico (kV crista)
1,2	10	30
15	34	110
24,2	50	150
36,2	70	170

Tabela 20 – Características Elétricas – Transformadores Nível de Eficiência “D”

Item	Nº Fases	Potência (kVA)	Corrente de Excitação Máx. (%)	Perdas em Vazio Máximas (W)	Perdas Totais Máximas (W)	Tensão de Curto Circuito (%)	Tensão Máx. de Operação (kV) eficaz	Relação de Tensão (V)		Código Celesc Distribuição		
								Primária	Secundária	Mineral	Vegetal	
1	MONOFÁSICO	10	2,7	45	225	2,5	15	7967 7621 7275	440/220	27289	40738	
2		15	2,4	60	30					27288	40739	
3		25	2,2	80	435					27287	40740	
4		37,5	2,1	120	605					7140	40741	
5		50	2,0	150	710					33970	40742	
6		10	3,3	50	240	2,5	24,2	13337 12702 12067	440/220	27286	40743	
7		15	3,0	70	335					27285	40744	
8		25	2,8	90	475					27284	40745	
9		37,5	2,7	130	660					7146	40746	
10		50	2,6	170	845					27423	40747	
11		10	3,5	55	250	3,0	36,2	19919 19053 18187	440/220	7151	-	
12		15	3,2	75	350					7152	-	
13	TRIFÁSICO	30	3,6	130	630	3,5	15	13800 13200 12600	380/220	27283	40748	
14		45	3,2	170	855					27282	40749	
15		75	2,7	255	1 260					27281	40750	
16		112,5	2,5	335	1 705					27280	40751	
17		150	2,3	420	2 110					7194	40752	
18		225	2,1	560	2 945	4,5				14172	40753	40754
19		300	1,9	700	3 670							
20		30	3,6	130	630	3,5	15	13800 13200 12600 12000 11400	380/220	39122	-	
21		45	3,2	170	855					39123	-	
22		75	2,7	255	1 260					39124	-	
23		112,5	2,5	335	1 705					39125	-	
24		150	2,3	420	2 110					39126	-	
25		225	2,1	560	2 945	4,5				39127	-	-
26		300	1,9	700	3 670							
27		30	4,2	140	665	4,0	24,2	23100 22000 20900	380/220	27279	40755	
28		45	3,6	185	910					27278	40756	
29		75	3,2	270	1 345					27277	40757	
30		112,5	2,8	370	1 785					27276	40758	
31		150	2,6	450	2 250					7208	40759	
32		225	2,4	625	3 095	5,0				7207	40760	40761
33		300	2,1	735	3 845							
34		30	4,2	140	665	4,0	24,2	24200 23100 22000 20900 19800	380/220	39129	-	
35		45	3,6	185	910					39130	-	
36		75	3,2	270	1 345					39131	-	
37		112,5	2,8	370	1 785					39132	-	
38		150	2,6	450	2 250					39133	-	
39		225	2,4	625	3 095	5,0				39134	-	-
40		300	2,1	735	3 845							
41		30	4,4	145	700	4,0	36,2	34500 33000 31500	380/220	7153	-	
42		45	3,8	200	970					7150	-	
43		75	3,4	280	1 430					7154	-	
44		112,5	3,0	385	1 860					30842	-	
45		150	2,8	475	2 395					15145	-	

Os transformadores com 5 derivações estão bloqueados para compra, somente para transformadores em doação.

PADRONIZAÇÃO

ASAD

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 001/20019

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Chefe da DVEN

VISTO

DPEP

Engº Marco Aurélio Gíanesini
Chefe do DPEP

Tabela 21 – Características Elétricas – Transformadores Nível de Eficiência “C”

Item	Nº Fases	Potência (kVA)	Corrente de Excitação Máx. (%)	Perdas em Vazio Máximas (W)	Perdas Totais Máximas (W)	Tensão de Curto Circuito (%)	Tensão Máx. de Operação (kV) eficaz	Relação de Tensão (V)		Código Celesc Distribuição	
								Primária	Secundária	Mineral	Vegetal
1	MONOFÁSICO	10	2,7	40	200	2,5	15	7967 7621 7275	440/220	27289	40738
2		15	2,4	50	270					27288	40739
3		25	2,2	70	395					27287	40740
4		37,5	2,1	110	550					7140	40741
5		50	2,0	130	640					33970	40742
6		10	3,3	45	220	2,5	24,2	13337 12702 12067	440/220	27286	40743
7		15	3,0	60	300					27285	40744
8		25	2,8	80	430					27284	40745
9		37,5	2,7	115	595					7146	40746
10		50	2,6	150	760					27423	40747
11	TRIFÁSICO	10	3,5	50	225	3,0	36,2	19919 19053 18187	440/220	7151	-
12		15	3,2	65	320					7152	-
13		30	3,6	110	560	3,5	15	13800 13200 12600	380/220	27283	40748
14		45	3,2	140	760					27282	40749
15		75	2,7	215	1 125					27281	40750
16		112,5	2,5	285	1 525					27280	40751
17		150	2,3	350	1 880					7194	40752
18		225	2,1	470	2 630	4,5	15	13800 13200 12600	380/220	7206	40753
19		300	1,9	585	3 275					14172	40754
20		30	3,6	110	560	3,5	15	13800 13200 12600 12000 11400	380/220	39122	-
21		45	3,2	140	760					39123	-
22		75	2,7	215	1 125					39124	-
23		112,5	2,5	285	1 525					39125	-
24		150	2,3	350	1 880					39126	-
25	TRIFÁSICO	225	2,1	470	2 630	4,5	15	13800 13200 12600 12000 11400	380/220	39127	-
26		300	1,9	585	3 275					39128	-
27		30	4,2	115	590	4,0	24,2	23100 22000 20900	380/220	27279	40755
28		45	3,6	155	815					27278	40756
29		75	3,2	230	1 200					27277	40757
30		112,5	2,8	310	1 595					27276	40758
31		150	2,6	380	2 010					7208	40759
32		225	2,4	530	2 770	5,0	24,2	23100 22000 20900 19800	380/220	7207	40760
33		300	2,1	620	3 440					14236	40761
34		30	4,2	115	590	4,0	24,2	24200 23100 22000 20900 19800	380/220	39129	-
35		45	3,6	155	815					39130	-
36		75	3,2	230	1 200					39131	-
37		112,5	2,8	310	1 595					39132	-
38		150	2,6	380	2 010					39133	-
39	TRIFÁSICO	225	2,4	530	2 770	5,0	24,2	24200 23100 22000 20900 19800	380/220	39134	-
40		300	2,1	620	3 440					39135	-
41		30	4,4	125	630	4,0	36,2	34500 33000 31500	380/220	7153	-
42		45	3,8	175	875					7150	-
43		75	3,4	240	1 285					7154	-
44		112,5	3,0	330	1 665					30842	-
45		150	2,8	405	2 145					15145	-

Os transformadores com 5 derivações estão bloqueados para compra, somente para transformadores em doação.

PADRONIZAÇÃO

ASAD

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 001/20019

ELABORAÇÃO

DVEN

 Engº Guilherme M. T. Kobayashi
 Chefe da DVEN

VISTO

DPEP

 Engº Marco Aurélio Giancesini
 Chefe do DPEP

Tabela 22 – Características Elétricas – Transformadores Nível de Eficiência “B”

Item	Nº Fases	Potência (kVA)	Corrente de Excitação Máx. (%)	Perdas em Vazio Máximas (W)	Perdas Totais Máximas (W)	Tensão de Curto Circuito (%)	Tensão Máx. de Operação (kV) eficaz	Relação de Tensão (V)		Código Celesc Distribuição	
								Primária	Secundária	Mineral	Vegetal
1	MONOFÁSICO	10	2,7	35	180	2,5	15	7967 7621 7275	440/220	27289	40738
2		15	2,4	45	240					27288	40739
3		25	2,2	65	355					27287	40740
4		37,5	2,1	95	490					7140	40741
5		50	2,0	115	570					33970	40742
6		10	3,3	40	195	2,5	24,2	13337 12702 12067	440/220	27286	40743
7		15	3,0	55	270					27285	40744
8		25	2,8	70	385					27284	40745
9		37,5	2,7	100	530					7146	40746
10		50	2,6	135	685					27423	40747
11	TRIFÁSICO	10	3,5	45	205	3,0	36,2	19919 19053 18187	440/220	7151	-
12		15	3,2	60	290					7152	-
13		30	3,6	90	495	3,5	15	13800 13200 12600	380/220	27283	40748
14		45	3,2	115	670					27282	40749
15		75	2,7	175	990					27281	40750
16		112,5	2,5	230	1 340					27280	40751
17		150	2,3	285	1 655					7194	40752
18		225	2,1	380	2 315	4,5				7206	40753
19		300	1,9	475	2 885					14172	40754
20		30	3,6	90	495	3,5	15	13800 13200 12600 12000 11400	380/220	39122	-
21		45	3,2	115	670					39123	-
22		75	2,7	175	990					39124	-
23		112,5	2,5	230	1 340					39125	-
24		150	2,3	285	1 655					39126	-
25	TRIFÁSICO	225	2,1	380	2 315	4,5				39127	-
26		300	1,9	475	2 885					39128	-
27		30	4,2	95	520	4,0	24,2	23100 22000 20900	380/220	27279	40755
28		45	3,6	130	720					27278	40756
29		75	3,2	185	1 055					27277	40757
30		112,5	2,8	255	1 405					27276	40758
31		150	2,6	310	1 770					7208	40759
32		225	2,4	430	2 435	5,0				7207	40760
33		300	2,1	505	3 030					14236	40761
34		30	4,2	95	520	4,0	24,2	24200 23100 22000 20900 19800	380/220	39129	-
35		45	3,6	130	720					39130	-
36		75	3,2	185	1 055					39131	-
37		112,5	2,8	255	1 405					39132	-
38		150	2,6	310	1 770					39133	-
39	TRIFÁSICO	225	2,4	430	2 435	5,0				39134	-
40		300	2,1	505	3 030					39135	-
41		30	4,4	105	555	4,0	36,2	34500 33000 31500	380/220	7153	-
42		45	3,8	145	770					7150	-
43		75	3,4	200	1 135					7154	-
44		112,5	3,0	275	1 470					30842	-
45		150	2,8	340	1 895					15145	-

Os transformadores com 5 derivações estão bloqueados para compra, somente para transformadores em doação.7.8.

PADRONIZAÇÃO

ASAD

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 001/20019

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Chefe da DVEN

VISTO

DPEP

Engº Marco Aurélio Giancesini
Chefe do DPEP

Tabela 23 – Características Elétricas – Transformadores Nível de Eficiência “A”

Item	Nº Fases	Potência (kVA)	Corrente de Excitação Máx. (%)	Perdas em Vazio Máximas (W)	Perdas Totais Máximas (W)	Tensão de Curto Circuito (%)	Tensão Máx. de Operação (kV) eficaz	Relação de Tensão (V)		Código Celesc Distribuição	
								Primária	Secundária	Mineral	Vegetal
1	MONOFÁSICO	10	2,7	30	160	2,5	15	7967 7621 7275	440/220	27289	40738
2		15	2,4	40	215					27288	40739
3		25	2,2	55	310					27287	40740
4		37,5	2,1	80	425					7140	40741
5		50	2,0	100	505					33970	40742
6		10	3,3	35	175	2,5	24,2	13337 12702 12067	440/220	27286	40743
7		15	3,0	45	235					27285	40744
8		25	2,8	60	335					27284	40745
9		37,5	2,7	85	470					7146	40746
10		50	2,6	115	600					27423	40747
11	TRIFÁSICO	10	3,5	40	185	3,0	36,2	19919 19053 18187	440/220	7151	-
12		15	3,2	50	255					7152	-
13		30	3,6	75	445	3,5	15	13800 13200 12600	380/220	27283	40748
14		45	3,2	100	610					27282	40749
15		75	2,7	150	895					27281	40750
16		112,5	2,5	195	1 210					27280	40751
17		150	2,3	245	1 500					7194	40752
18		225	2,1	330	2 100	4,5				7206	40753
19		300	1,9	410	2 610					14172	40754
20		30	3,6	75	445	3,5	15	13800 13200 12600 12000 11400	380/220	39122	-
21		45	3,2	100	610					39123	-
22		75	2,7	150	895					39124	-
23		112,5	2,5	195	1 210					39125	-
24		150	2,3	245	1 500					39126	-
25	TRIFÁSICO	225	2,1	330	2 100	4,5				39127	-
26		300	1,9	410	2 610					39128	-
27		30	4,2	85	475	4,0	24,2	23100 22000 20900	380/220	27279	40755
28		45	3,6	110	645					27278	40756
29		75	3,2	160	955					27277	40757
30		112,5	2,8	220	1 270					27276	40758
31		150	2,6	270	1 605					7208	40759
32		225	2,4	370	2 200	5,0				7207	40760
33		300	2,1	435	2 740					14236	40761
34		30	4,2	85	475	4,0	24,2	24200 23100 22000 20900 19800	380/220	39129	-
35		45	3,6	110	645					39130	-
36		75	3,2	160	955					39131	-
37		112,5	2,8	220	1 270					39132	-
38		150	2,6	270	1 605					39133	-
39	TRIFÁSICO	225	2,4	370	2 200	5,0				39134	-
40		300	2,1	435	2 740					39135	-
41		30	4,4	90	500	4,0	36,2	34500 33000 31500	380/220	7153	-
42		45	3,8	125	695					7150	-
43		75	3,4	175	1 025					7154	-
44		112,5	3,0	240	1 335					30842	-
45		150	2,8	295	1 720					15145	-

Os transformadores com 5 derivações estão bloqueados para compra, somente para transformadores em doação.

PADRONIZAÇÃO

ASAD

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 001/20019

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Chefe da DVEN

VISTO

DPEP

Engº Marco Aurélio Giancesini
Chefe do DPEP



7.4. Procedimento de Inspeção e Testes Transformadores Monofásico

 Celesc Distribuição S.A.	PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (PIT)	DGC DPSU/DVCQ
Fornecedor:		
Fabricante:		
Especificação/Norma base: E-313-0019		
Pedido de Compra / Contrato:		
Edital:		
PIT 001 - Rev01 - Janeiro 2014 - Daniel Córdova		
MATERIAL: Transformador de Distribuição Monofásico		

Item	ENSAIOS	Atividades de Inspeção e Ensaios Todos os equipamentos a serem fornecidos devem ser submetidos aos ensaios de recebimento previstos nas suas Especificações Técnicas específicas Celesc e nas normas técnicas da ABNT.	Nº de Amostras	Tipo de Insp.			Observações
				1	2	3	
1	Rotina	Ensaios de Recebimento					
1.1		Verificação visual e dimensional		F	P	C	
1.2		Resistência elétrica dos enrolamentos		F	P	C	
1.3		Relação de tensões		F	P	C	
1.4		Resistência de isolamento		F	P	C	
1.5		Polaridade	Conforme	F	P	C	
1.6		Deslocamento angular e sequência de fases	Tabela 16 da	F	P	C	
1.7		Perdas em vazio	ET E313.0019	F	P	C	
1.8		Perdas em carga		F	P	C	
1.9		Corrente de excitação		F	P	C	
1.10		Tensão de curto circuito		F	P	C	
1.11		Ensaio de equilíbrio de tensão		F	P	C	
1.12		Tensão suportável nominal à frequência industrial		F	P	C	Ensaios dielétricos
1.13		Tensão induzida de curta duração	100% do lote	F	P	C	Ensaios dielétricos
1.14		Estanqueidade e resistência a pressão interna (após ensaios dielétricos)	Conforme	F	P	C	
1.15		Ensaio de elevação de temperatura	Tabela 16 da	F	P	C	
1.16		Verificação do funcionamento do comutador de derivação externo sem tensão	1 un. por tipo	F	P	C	
1.17		Verif. do funcionamento da válvula de alívio de pressão	Conforme	F	P	C	
			Tabela 16 da	F	P	C	
			ET E313.0019	F	P	C	

1



1.18		Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	Conforme Tabela 17 da ET E313.0019	P	C	
1.19	Pintura	Inspeção visual, acabamento das superfícies	Conforme Tabela 16 da ET E313.0019	P	C	
1.20		Verificação dos boletins técnicos das tintas utilizadas		P	C	
1.21		Medição da espessura de camada		P	C	
1.22		Verificação da aderência		P	C	
1.23	Galvanização	Verificação da espessura	3 amostras por tipo de transformador	P	C	
1.24		Verificação da aderência		P	C	
1.25	Óleo isolante	Tensão interfacial		P	C	
1.26		Teor de água		P	C	
1.27		Rapidez dielétrica		P	C	
1.28		Fator de perdas		P	C	
	Tipo de Inspeção	1	2	3	OBS.:	
		<u>Local de Inspeção</u> F = Fabricante L = Laboratório terceirizado S = Subfornecedor (*) = Não aplicável	<u>Inspeção</u> P = Na presença do inspetor da Celesc S = Sem presença do inspetor (*) = Não aplicável	<u>Certif. ou Relat. Ensaios</u> C = Entrega p/ registro¹ E = Exame / Análise² (*) = Não aplicável		
Elaborado: Daniel Ferreira de Córdova		Aprovado:				


¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Celesc devidamente preenchidos, identificados com o nome tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes.

² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Celesc.

- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.

- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis.

7.5. Procedimento de Inspeção e Testes Transformadores Trifásicos

	PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (PIT)	DGC DPSU/DVCQ
---	---	--------------------------------

Fornecedor:	Pedido de Compra / Contrato:	
Fabricante:	Edital:	
Especificação/Norma base: E.313-0019	PIT 001 – Rev02 – Janeiro 2014 – Daniel Córdova	

MATERIAL: Transformador de Distribuição Trifásico até 300 kVA e 36,2 kV			
--	--	--	--

Item	ENSAIOS	Atividades de Inspeção e Ensaios <small>Todos os equipamentos a serem fornecidos devem ser submetidos aos ensaios de recebimento previstos nas suas Especificações Técnicas específicas Celesc e nas normas técnicas da ABNT.</small>	Nº de Amostras	Tipo de Insp.			Observações
				1	2	3	
1	Rotina	Ensaios de Recebimento					
1.1		Verificação visual e dimensional		F	P	C	
1.2		Resistência elétrica dos enrolamentos		F	P	C	
1.3		Relação de tensões		F	P	C	
1.4		Resistência de isolamento		F	P	C	
1.5		Polaridade	Conforme Tabela 16 da ET E313.0019	F	P	C	
1.6		Deslocamento angular e sequência de fases		F	P	C	
1.7		Perdas em vazio		F	P	C	
1.8		Perdas em carga		F	P	C	
1.9		Corrente de excitação		F	P	C	
1.10		Tensão de curto circuito		F	P	C	
1.11		Tensão suportável nominal à frequência industrial		F	P	C	Ensaios dielétricos
1.12		Tensão induzida de curta duração	100% do lote	F	P	C	Ensaios dielétricos
1.13		Estanqueidade e resistência a pressão interna (após ensaios dielétricos)	Conforme Tabela 16 da ET E313.0019	F	P	C	
1.14		Ensaio de elevação de temperatura	1 un. por tipo	F	P	C	
1.15		Verificação do funcionamento do comutador de derivação externo sem tensão	Conforme Tabela 16 da ET E313.0019	F	P	C	
1.16		Verif. do funcionamento da válvula de alívio de pressão		F	P	C	
1.17		Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	Conforme	F	P	C	

1

PADRONIZAÇÃO

ASAD

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 001/20019

ELABORAÇÃO

DVEN

Engº Guilherme M. T. Kobayashi
Chefe da DVEN

VISTO

DPEP

Engº Marco Aurélio Giancesini
Chefe do DPEP

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

¹ Os certificados/relatórios de ensaio devem ser entregues ao inspetor Celesc devidamente preenchidos, identificados com o nome/tipo e número de série dos equipamentos ensaiados e assinados pelo(s) responsável(is) pela(s) área(s) de testes.

² Não é necessário fornecer uma cópia dos certificados/relatórios, somente apresentar o documento para análise do inspetor Celesc.

- Os equipamentos de medições utilizados na inspeção deverão estar aferidos e calibrados por órgãos reconhecidos e os certificados apresentados no início da inspeção.

- Os procedimentos de cada ensaio e valores de referência deverão seguir a especificação técnica e normas aplicáveis.

7.6. Controle de Revisões e Alterações

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
6	DDI Nº 065/2014 – 30.5.2014	MHO	GMTK	SLR
7	DDI Nº 009/2017 – 8.2.2017	MHO	GMTK	SLC
8	DDI Nº 099/2017 – 18.12.2017	MHO	GMTK	SLC
9	DDI Nº 001/2019 – 03.01.2019	MHO	GMTK	MAG

DETALHES DA ALTERAÇÃO – REVISÃO 9		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
5.2.5	8	Alterado nível de isolamento classe 15kV, NBI de 95kV para 110kV.
5.2.6.2	9	Especificado condição de fornecimento para o nível de eficiência.
5.2.8	10	Especificado papel termoequilibrado para qualquer elevação de temperatura.
5.5.1	16	Especificada conexões internas do enrolamento, fechamento estrela e conexão ao terminal da bucha de baixa tensão.
5.8	22	Excluído Nível de eficiência “E”.
5.9	24	Inserida condição de reinspeção quando a inspeção ocorrer em dois locais distintos para o mesmo lote de fornecimento.
5.9.3	26	Formatada relação de ensaios de tipo em tabela.
5.9.13.6	34	Alterada a tensão do ensaio de impulso atmosférico conforme nível de isolamento, de 95kV para 110kV.
5.9.13.6	34	Alterado espaçamento mínimo no ar conforme nível de isolamento, de 95kV para 110kV.
5.11.1.3	41	Especificada pintura adicional de caracteres lateral do transformador.
7.2	50	Alterados desenhos de placa conforme revisão anterior, número do equipamento e QR CODE.
7.3	51	Alterado nível de isolamento classe 15kV, NBI de 95kV para 110kV.
7.3	52/55	Alteradas as Tabelas 20 a 23, excluída Tabela 24.



7.7. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
9ª	Dezembro 2018	<p>Alterado nível de isolamento classe 15kV, NBI de 95kV para 110kV.</p> <p>Especificada condição de fornecimento para o nível de eficiência.</p> <p>Especificado papel termoestabilizado para qualquer elevação de temperatura.</p> <p>Especificada conexões internas do enrolamento, fechamento estrela e conexão ao terminal da bucha de baixa tensão.</p> <p>Excluído Nível de eficiência “E”.</p> <p>Inserida condição de reinspeção quando a inspeção ocorrer em dois locais distintos para o mesmo lote de fornecimento.</p> <p>Formatada relação de ensaios de tipo em tabela.</p> <p>Especificada pintura adicional de caracteres lateral do transformador.</p> <p>Alterados desenhos de placa conforme revisão anterior, número do equipamento e QR CODE.</p> <p>Alteradas as Tabelas 20 a 23, excluída Tabela 24.</p>	DPEP/DVEN - Marcelo Hisao Oka

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO

E-313.0032

TÍTULO

ESPECIFICAÇÃO DE CONDUTORES DE COBRE NU

FOLHA

1/14

1. FINALIDADE

Definir os requisitos mínimos exigíveis para a qualificação e aceitação de fios e cabos de cobre nu para utilização nas redes de distribuição da Celesc Distribuição S.A. - Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Agências Regionais, fabricantes, fornecedores de materiais e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Norma Brasileira Registrada - NBR 5111 - Fios de cobre nus, de seção circular para fins elétricos.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de Terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

4.1. Quantidade Efetiva

Massa ou comprimento efetivamente medido, em uma unidade ou lote de expedição, por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

4.2. Quantidade Nominal

Massa ou comprimento padrão de fabricação e/ou massa de comprimento que conste na ordem de compra.



5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Condições Gerais

Quanto às exigências para o material especificado prevalecerá, respectivamente, o estabelecido nesta Especificação e nas normas técnicas da ABNT.

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto a eventuais alterações.

Para fornecimento, o fabricante deve ser cadastrado no sistema de suprimentos da Celesc D, passar pela avaliação industrial conforme a Especificação E-313.0063 - Avaliação Industrial de Fornecedores e possuir certificado de homologação de produto da marca do produto ofertado conforme a Especificação E-313.0045 - Certificação de Homologação de Produtos.

5.1.1. Designação

Os fios de cobre nus devem ser designados por seu diâmetro em milímetros, com três casas decimais para diâmetro inferiores a 1,00mm, duas casas decimais para diâmetro, iguais ou maiores que 1,00mm e por sua têmpera.

5.1.2. Material

O material empregado na fabricação do fio deve ser cobre eletrolítico de qualidade e pureza tais que o produto acabado apresente as propriedades e características exigíveis nesta Especificação.

Os vergalhões de cobre a serem utilizados devem atender aos requisitos da NBR 14733.

5.1.3. Acabamento e Emendas

A superfície do fio não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões que comprometam o desempenho do produto.

São permitidas emendas nos fios antes do último passe de trefilação, desde que a resistência à tração seja no mínimo 95% do valor especificado. O alongamento não deve ser considerado.

5.1.4. Classe de Encordoamento

Os cabos abrangidos por esta Especificação serão do tipo encordoamento simples, classes 1A (condutor singelo ou fio) e 2A (condutores nus não compactados), conforme definido na NBR



6524.

5.1.5. Acondicionamento e Fornecimento

Os condutores devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte e armazenagem.

Os condutores devem ser acondicionados em rolos ou carretéis, conforme NBR 7312 e NBR 5314.

Quando os condutores forem acondicionados em rolos, devem ser paletizados em estrados padrões de 1100x1100 mm com altura útil máxima de 1500 mm, limitado a 2000 kg por palete, suficientemente amarrados de forma a evitar o tombamento, durante a sua movimentação. Os rolos devem ser acomodados de forma a não apresentarem bordas que excedam as dimensões do estrado.

Os carretéis de madeira devem atender aos requisitos da ABNT NBR 11137 e a madeira utilizada para a confecção e fechamento dos carretéis deve atender a ABNT NBR 6236, com durabilidade mínima de 24 meses.

O acondicionamento em rolos deve ser limitado à massa líquida de 40 kg, para movimentação manual.

Para o acondicionamento em carretéis o comprimento deve ser correspondente à massa bruta máxima da bobina de 5000 kg.

É permitida uma variação de mais ou menos 5% no lance nominal de cabos, com seção superior a 35 mm² e mais ou menos 10% para o cabo com seção igual ou inferior a 35 mm².

É permitida a entrega de até 5% da massa da encomenda em lances não inferiores a 50% do comprimento nominal.

A quantidade em massa total da encomenda, solicitada através do pedido de compra, pode sofrer uma tolerância máxima de entrega de menos 3%.

Os carretéis devem ser marcados nas duas faces laterais externas, diretamente sobre o disco ou através de plaqueta metálica inoxidável, com caracteres legíveis e indelévels, as seguintes indicações:

- a) nome e CNPJ do fabricante;
- b) indústria brasileira;
- c) Celesc Distribuição S.A.;
- d) tipo do condutor (cobre) e têmpera;
- e) bitola do condutor;



- f) massa líquida e bruta em quilogramas;
- g) número do documento de compra;
- h) número de série do carretel;
- i) seta indicadora do sentido de desenrolar o cabo.

Cada bobina deve ter amarrada na extremidade do condutor correspondente, na camada externa, uma etiqueta com as indicações acima, com exceção da alínea i.

Os rolos devem ter uma etiqueta com as indicações acima, com exceção das alíneas h e i.

Os fios devem ser fornecidos em unidades de expedição com quantidade nominal de fabricação.

Para cada unidade de expedição (rolo ou bobina), a incerteza máxima no método de medição da quantidade efetiva é de 1%.

5.2. Condições Específicas

5.2.1. Material

Os fios devem ser de cobre eletrolítico com pureza mínima de 99,9%. A têmpera do cobre deve ser meio duro.

5.2.2. Massa Específica

A massa específica do cobre deverá ser considerada $8,890\text{g/cm}^3$, a 20°C , para efeitos de cálculo.

5.2.3. Características Elétricas

Para fios de diâmetro nominal de 1 a 8 mm, consideram-se os seguintes valores, a 20°C :

- a) resistividade - $0,017837\text{ ohm.mm}^2/\text{m}$;
- b) condutividade - 96,66%;
- c) resistência elétrica : ver Tabela 7.



5.2.4. Características Físicas e Mecânicas

Os diâmetros dos fios de cobre devem obedecer às tolerâncias indicadas na tabela 4.

Para os fios trefilados moles e limpos antes de sofrerem outros processos de fabricação, o valor mínimo individual do alongamento na ruptura deve estar de acordo com a Tabela 5, e o valor médio do lote deve ser igual ou superior ao valor mínimo individual acrescido de 2,5%.

A resistência à tração e o alongamento na ruptura dos fios de cobre meio duro devem estar de acordo com o a Tabela 6.

Quando houver emenda no fio de cobre meio duro, feita antes do último passe de trefilação, a resistência à tração deve ser no mínimo 95% do valor especificado.

O alongamento não deve ser considerado quando tratar-se de fios de cobre mole.

O comprador deve indicar, necessariamente, em sua consulta e posterior ordem de compra para aquisição do fio, os seguintes dados fundamentais:

- a) diâmetro nominal do fio ou seção do cabo, em milímetros ou milímetros quadrados, material (cobre) e têmpera;
- b) número desta Especificação;
- c) quantidade total a ser adquirida, em metros ou quilogramas, e respectiva tolerância;
- d) quantidade das unidades de expedição e respectivas tolerâncias;
- e) tipo de acondicionamento.

5.2.5. Propriedades Mecânicas

A resistência à tração e o alongamento dos fios estão na Tabela 6.

5.3. Inspecção - Ensaios e Requisitos

5.3.1. Generalidades

Para a inspecção podem ser adotados os procedimentos dos subincisos 5.3.1.1. e 5.3.1.2. desta Especificação.



No caso de reinspeção todos os custos serão por conta do fabricante.

5.3.1.1. Inspeção Final nas Instalações do Fabricante

Este deve proporcionar ao inspetor todos os meios que permitam verificar se o material está de acordo com esta Especificação.

5.3.1.2. Inspeção de Recebimento no Almoxarifado da Celesc D

Esta deve realizar uma verificação visual do material e do acondicionamento e a análise dos relatórios de ensaios do referido lote, fornecidos pelo fabricante e realizar os ensaios no laboratório do DVCQ para comprovação dos resultados apresentados.

5.3.2. Relação dos Ensaios

Os ensaios e verificações de tipo e recebimento, solicitados por esta Especificação, são os indicados na Tabela 1:

Tabela 1 - Relação dos Ensaios de Tipo

Ensaio	Modalidade	Norma ABNT NBR
Inspeção Visual	T / R	-
Verificação do Diâmetro	T / R	NBR 6242
Resistência à Tração e Alongamento à Ruptura	T / R	NBR 6810
Resistividade Elétrica	T / R	NBR NM IEC 60811-1

T = Ensaio de tipo

R = Ensaio de recebimento

5.3.3. Amostragem

Para os ensaios e verificações previstos no inciso 5.3.2., o número de unidades da amostra requerido deve estar conforme a Tabela 2, a menos que outro critério, baseado na NBR 5426, seja estabelecido entre a Celesc D e o fabricante, por ocasião da consulta para aquisição do fio.



Tabela 2 - Plano de Amostragem Dupla Normal (NQA=2.5 e NI=II)

Quantidade de Unidades do Lote	Primeira Amostra			Segunda Amostra		
	Quantidade de Unidades a Ensaiar	Ac ₁	Re ₁	Quantidade de Unidades a Ensaiar	Ac ₂	Re ₂
02 a 08	2	0	1	-	-	-
09 a 15	3	0	1	-	-	-
16 a 25	5	0	1	-	-	-
26 a 50	8	0	1	-	-	-
51 a 90	8	0	2	8	1	2
91 a 150	13	0	2	13	1	2
151 a 280	20	0	3	20	3	4
281 a 500	32	1	4	32	4	5
501 a 1200	50	2	5	50	6	7
1201 a 3200	80	3	7	80	8	9
3201 a 10000	125	5	9	125	12	13

Notas:

1. Ac₁ - número de peças defeituosas que permite aceitar o lote na primeira amostra.
2. Rc₁ - número de peças defeituosas que implica na rejeição do lote na primeira amostra.
3. Se o número de peças defeituosas estiver entre Ac₁ e Re₁, deve-se ensaiar a segunda amostra.
4. O total de unidades defeituosas encontradas após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.
5. A quantidade de lotes está relacionada ao número de bobinas ou rolos, onde se deve retirar as amostras solicitadas de cabo ou fio.

5.3.3.1. Amostragem para os Fios Componentes dos Cabos

No caso dos ensaios serem efetuados após o encordoamento, deve ser aplicado o plano de amostragem definido no inciso 5.3.3., para as bobinas ou rolos de cabos.

A quantidade de fios de cada amostra de cabo que deve ser ensaiado é determinada conforme a Tabela 3.



Tabela 3: Quantidade de fios a retirar para ensaios do cabo CA

Nº de fios	Coroas			
	Central	Coroa de 6 fios	Coroa de 12 fios	Coroa de 18 fios
7	1	3		
19	1	3	3	
37	1	2	3	3

De cada unidade da amostra devem ser retirados corpos-de-prova com comprimento suficiente para a realização dos ensaios, desprezando-se, no mínimo, o primeiro metro da extremidade.

5.3.4. Aceitação e Rejeição

A aceitação ou rejeição do lote deve obedecer com relação ao número de unidades da amostra, aos critérios abaixo, conforme a tabela 2.

Na primeira amostragem se o resultado for menor ou igual a Ac_1 , aceitar o lote. Se o resultado for igual ou maior que Re_1 , rejeitar o lote. Com o resultado entre Ac_1 e Re_1 , efetuar a segunda amostragem.

Na segunda amostragem se o resultado for menor ou igual a Ac_2 , o lote será aceito. Se o valor for igual ou maior que Re_2 , o lote será rejeitado.

O fabricante pode recompor um novo lote e submetê-lo à nova inspeção, após ter eliminado as unidades defeituosas. Em caso de nova rejeição são aplicadas as cláusulas contratuais pertinentes.

Para os cabos em rolos ou bobinas, todos os fios ensaiados conforme a amostragem da tabela 3, devem atender individualmente aos requisitos indicado em cada ensaio.

5.3.5. Descrição dos Ensaios

5.3.5.1. Inspeção Visual

A inspeção visual deve verificar o estabelecido no subitem 5.1. desta Especificação.



5.3.5.2. Verificação do Diâmetro

O diâmetro dos fios deve ser medido conforme a NBR 6242.

Tabela 4 - Tolerâncias dos Diâmetros dos Fios de Cobre

Diâmetro Nominal (mm)	Tolerância
$< 0,250$	$\pm 0,003 \text{ mm}$
$0,250 \leq D \leq 0,400$	$\pm 0,004 \text{ mm}$
$> 0,400$	$\pm 1\% D_{\text{nominal}}$

5.3.5.3. Ensaio de Resistência à Tração e Alongamento à Ruptura

Estes ensaios devem ser realizados conforme a NBR 6810, devendo atender os valores das Tabela 5 e 6. Abaixo:

Tabela 5 - Fios de Cobre Mole - Propriedades Mecânicas

Diâmetros nominais (mm)		Alongamento na Ruptura Mínimo individual (%) em 250mm
\geq	$<$	
0,080	0,280	15
0,280	0,560	20
0,560	3,000	25
3,000	8,50	30



Tabela 6 - Fios de Cobre Meio Duro - Propriedades Mecânicas

Diâmetros nominais (mm)		Resistência à Tração - Mpa (em 250 mm)		Alongamento na Ruptura Mínimo individual (%) em 1500mm
\geq	\angle	Mínima	Máxima	
1,90	2,12	352	421	1,00
2,12	2,36	349	418	1,02
2,36	2,65	347	416	1,04
2,65	3,00	345	413	1,06
3,00	3,35	340	409	1,08
3,35	3,75	338	405	1,11
3,75	4,25	336	401	1,15
4,25	4,75	333	397	1,20

5.3.5.4. Ensaio de Resistividade Elétrica

A resistividade elétrica deve ser determinada com o valor da resistência referida a 20°C, conforme a NBR 6815, atendendo o especificado no inciso 5.2.3. desta Especificação.

A resistência elétrica em corrente contínua do fio de cobre nu deve ser medida a uma temperatura entre 5°C e 40°C, e corrigida para a temperatura de 20°C, utilizando a seguinte fórmula:

$$R_{20} = R_t / 1 + C_t (t - 20)$$

Onde:

t = temperatura na qual foi efetuada a medição (em °C)

R_t = resistência elétrica em corrente contínua a T°C (em ohms)

R₂₀ = resistência elétrica em corrente contínua a 20°C (em ohms)

C_t = coeficiente de temperatura da resistência elétrica = 0,00393°C⁻¹



Tabela 7 - Resistividade e Condutividade para Fios de Cobre Meio Duro

Diâmetros Nominais (mm)		Resistividade a 20 °C		Condutividade a 20 °C % IACS
≥ 1	< 8	$\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$	$\Omega \cdot \text{g} / \text{m}^2$	96,66
		0,017837	0,15857	

5.3.6. Garantia

A aceitação de um lote dentro dos critérios do sistema de amostragem utilizado, não isenta o fabricante da responsabilidade de substituição de qualquer unidade (rolo ou bobina) do cabo que não estiver de acordo com os requisitos desta Especificação, no período de 2 anos a contar da data de entrega.

A responsabilidade do fabricante limitar-se-á exclusivamente, às deficiências oriundas da fabricação e do acondicionamento do cabo.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar:

E-313.0045 - Certificação de Homologação de Produtos

E-313.0063 - Avaliação Industrial de Fornecedores

NBR 5314 - Carretéis para acondicionamento de fios de seção circular

NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos -Procedimentos

NBR 5456 - Eletrotécnica e eletrônica - Eletricidade geral – Terminologia

NBR 6236 - Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos

NBR 6524 - Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas

NBR 6810 - Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos – Método de Ensaio

NBR 6811 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de aderência e continuidade em fios de cobre estanhados - Método de Ensaio

NBR 6815 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos - Método de Ensaio

NBR 7312 - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais - Padronização

NBR 11137 - Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos -



Dimensões estruturas - Padronização

NBR 14733 - Vergalhão de cobre para uso elétrico – Requisitos

NBR NM IEC 60811-1-1 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas

7. ANEXOS

7.1. Características Físicas e Elétricas dos Condutores de Cobre Meio Duro

7.2. Desenhos Padrões

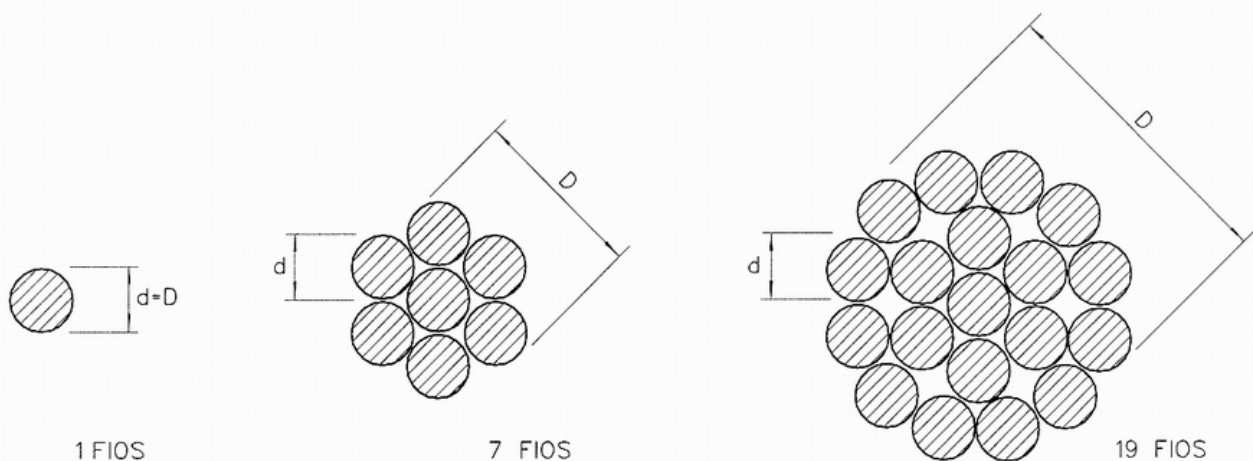
**7.1. Características Físicas e Elétricas dos Condutores de Cobre Meio Duro**

Seção Nominal (mm ²)	Nº de Fios	Diâmetro dos Fios (mm)	Diâmetro do Condutor (mm)	Massa Nominal (kg/km)	Seção Real (mm ²)	Carga de Ruptura Mínima (daN)	Resistência Elétrica a 20°C 60 Hz (Ω/km)	Raio Médio Geométrico a 60Hz "G" (mm)	Capacidade Mínima de Condução de Corrente (A)*	Código Celesc
16	1	4,50	4,15	141,5	15,90	545	1,14	1,76	143	5224
25	7	2,06	6,18	212	23,33	837	0,795	2,24	187	5230
35	7	2,50	7,50	312	34,36	1215	0,538	2,72	235	5231
50	7	3,00	9,00	449	49,48	1725	0,375	3,27	287	5241
70	7	3,45	10,35	593	65,44	2268	0,283	3,75	349	5233
95	7	4,12	12,36	846	93,32	3345	0,199	4,49	416	17167
120	19	2,90	14,50	1138	125,50	4414	0,148	5,51	535	5237

* Para a capacidade de condução de corrente, considera-se a temperatura ambiente de 30°C e no condutor de 75°C, com vento de 2,2km/h.

7.2. Desenhos Padrões

C-07 FIO E CABO NU DE COBRE



REATÂNCIA INDUTIVA

$$X_L = 0,1736 \log_{10} \frac{D_{eq}}{G} \text{ (}\Omega \text{ /km)}$$

$$D_{eq} = \sqrt[3]{d_{12} d_{13} d_{23}} \text{ (mm)}$$

G= RAO MÉDIO GEOMÉTRICO

$d_{12} d_{13} d_{23}$ = DISTÂNCIA ENTRE FASES

D= DIÂMETRO NOMINAL DO CONDUTOR

REATÂNCIA CAPACITIVA

$$X_C = 0,0424 \log_{10} \frac{2D_{eq}}{D} \text{ (M}\Omega \text{ /km)}$$

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0036	CONECTOR CUNHA	1/41

1. FINALIDADE

Fixar os desenhos padrões e as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de conectores e luvas à compressão, a serem utilizados no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica da Celesc.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria Técnica, Agências Regionais, fabricantes, fornecedores de materiais e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Esta Especificação foi elaborada com base nas Recomendações Técnicas de Distribuição - RTD do Comitê de Distribuição - CODI; nas Normas Brasileiras Registradas - NBR 5370 e 11788 e ANSI/NEMA CC1e CC3.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Na utilização das normas citadas no item 3, prevalecerão as definições técnicas da Especificação Celesc, Norma Brasileira e Normas Internacionais; nesta ordem de prioridade.

4.1. Conector Cunha para Ligações Bimetálicas

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para ligação e derivação de condutores em redes de distribuição de energia elétrica, constituído de uma cunha e de um elemento C, em liga especial de Alumínio, compatível para conectar Alumínio x Alumínio e Alumínio x Cobre.

4.2. Conector Cunha de Cobre Estanhado

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para ligação e derivação de condutores em Redes de Distribuição de Energia Elétrica, constituído de uma cunha e de um elemento C, em liga de Cobre estanhado, compatível para conectar Alumínio x Alumínio, Alumínio x Cobre e Cobre x Cobre.

4.3. Conector Cunha de Cobre

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para ligação e derivação de condutores em Redes de Distribuição de Energia Elétrica, constituído de uma cunha e de um elemento C, em liga de Cobre, para conectar Cobre x Cobre.

4.4. Adaptador Estribo de Cunha

Dispositivo de multi-conexão elétrica utilizado para derivação de condutores em Redes de Distribuição de Energia Elétrica, constituído de um conector tipo cunha bimetálico e um estribo de cobre estanhado aonde se conectarão as derivações.

4.5. Adaptador Estribo Lateral de Cunha

Dispositivo de multi-conexão elétrica utilizado para derivação de condutores em Redes de Distribuição de Energia Elétrica, constituído de um conector tipo cunha bimetálico e um estribo de cobre estanhado aonde se conectarão lateralmente as derivações.

4.6. Terminal para Chave Faca

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para ligação do condutor à chave faca em redes de distribuição de energia elétrica, constituído de um terminal com dois furos **nema** em liga especial de alumínio e uma haste aonde se conectará um conector tipo cunha bimetálico.

4.7. Luva de Emenda para Cabo CA

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para conectar condutores de alumínio sem alma de aço, constituído de um cilindro em liga de alumínio com estrangulamento central e que se amolda por compressão, unindo os condutores.

4.8. Luva de Emenda para Cabo CAA

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para conectar condutores de alumínio com alma de aço, constituído de dois cilindros, sendo um (externo) em liga de alumínio com estrangulamento central e o outro (interno) em aço carbono ou inoxidável e que se amoldam por compressão, unindo os condutores.

4.9. Luva de Emenda para Condutor de Cobre

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para conectar condutores de cobre, constituído de um cilindro em liga de cobre com estrangulamento central e que se amolda por compressão, unindo os condutores.

4.10. Conector Derivação para Linha Viva

Dispositivo de conexão elétrica utilizado para conectar temporariamente derivações de uma Rede de Distribuição de energia elétrica para realização de serviços auxiliares, constituído de um cabeçote mordente com sela e um gancho de torque que se fixam no condutor principal, e de um conector de aperto para a derivação.

4.11. Cartucho para Ferramenta de Impacto

Os cartuchos para detonação na ferramenta de impacto podem ser de espoleta interna ou externa, plásticos ou metálicos, de acordo com a ferramenta específica. Devem ser confeccionados em material resistente à potência da explosão. A explosão deverá gerar gás com pressão suficiente e necessária para promover uma perfeita conexão.

Nos cartuchos plásticos, devem ser estampados de forma legível e indelével, no mínimo, o nome ou marca do fabricante e a data de fabricação do lote.

Nos cartuchos metálicos, devem ser estampados de forma legível e indelével, no mínimo, o nome ou marca do fabricante. A data de fabricação deverá constar na embalagem do material.

4.12. Conector Cunha para Haste de Aterramento

Dispositivo de conexão elétrica, aplicado com alicate bomba d'água, utilizado para ligar o condutor a haste de aterramento, constituído de um elemento C, em liga de cobre ou aço inox, e um elemento cunha em liga de cobre, para conexão cobre a cobre. Para conexão cobre a aço, os elementos C e cunha, em liga de cobre, deverão ser de cobre estanhado.

4.13. Terminal a Compressão Furação Nema

Dispositivo de conexão elétrica, utilizado para ligação de cabo a equipamentos, com um ou dois furos nema, em liga de alumínio.

4.14. Placa Bimetálica de Acoplamento de Alumínio e Cobre

Placa de homogeneização dos efeitos galvânicos na conexão cobre x alumínio, sendo uma das faces em cobre eletrolítico e a outra em alumínio vergalhão 1350, conforme NBR 7103, com duas ou quatro furações Nema, aplicado quando necessário nos terminais de chaves e equipamentos.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Condições Gerais

Quanto às exigências para um determinado material, prevalecerá, respectivamente o estabelecido:

- a) nesta Especificação;
- b) nas normas técnicas da ABNT, NEMA e ANSI;
- c) nos relatórios técnicos do CODI.

Para fins de aquisição dos materiais, deverá ser consultada a especificação técnica correspondente, indicada no item 1 (características gerais) das notas de cada desenho, nos Anexos desta Especificação.

5.1.1. Intercambiabilidade

As partes componentes de um mesmo tipo de material devem ser intercambiáveis entre as diferentes peças.

5.1.2. Acabamento

Os 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 ou origem. Devem ser isentos de inclusões e não ter arestas vivas, partes pontiagudas provenientes de usinagem imperfeita, que possam danificar os condutores nas canaletas ou embocaduras destes acessórios.

Os conectores devem ser isentos de reentrâncias e saliências que facilitem, quando instalados e com o correr do tempo, o acúmulo e aderência de pó, sujeira e umidade.

Os conectores tipo compressão devem ser projetados e fabricados de modo que, quando submetidos à compressão com matrizes circunferenciais, ovais ou hexagonais apropriadas ao conector, a compressão restante seja uniforme de maneira a não danificar o encordoamento dos condutores e impossibilitar a penetração de água ou umidade.

Os conectores cunha devem ser removíveis e portanto deverão apresentar raios de arredondamento de, no mínimo, 2 mm nas regiões de entrada e saída dos condutores, com o intuito de evitar danos aos cabos na instalação ou remoção do conector. A trava de segurança deve evitar que a cunha se solte após a aplicação. Esta trava deve servir como ponto de inspeção visual, se o conector foi devidamente aplicado. A conexão não poderá ser desfeita sem a utilização de ferramental apropriado (extrator), sendo motivo de reprovação se a mesma for desfeita pelo simples manuseio de amostras sob inspeção.

Os terminais chave-faca, devem ter a superfície de contato livre de imperfeições e seu acabamento deve ser o mais liso possível, no padrão de usinagem.

5.1.3. Identificação

Nas peças componentes dos materiais devem ser estampadas de forma legível e indelével, no mínimo:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) seção em mm² e/ou bitola em AWG/MCM do maior e do menor condutor a que se aplica;
- c) tipo do condutor a que se aplica;
- d) os conectores devem ainda ter o código de cor estampado em sua embalagem primária, ou seja, uma das faces deve ser confeccionada na cor de referência;
- e) lote e data de fabricação (somente para cartucho para ferramenta de impacto).

Observação:

São consideradas identificações indeléveis, aquelas realizadas através da utilização de um dos seguintes processos:

1. Baixo relevo no material através de processo de estampagem;
2. Baixo/alto relevo no material através de processo de fundição;
3. Corrosão superficial no material através de processo de decomposição ácida (serigrafia ácida).

5.1.4. Dimensões

As dimensões são referidas em milímetros e indicadas nos desenhos padronizados nos Anexos desta Especificação.

Nos casos omissos consultar a Celesc.

5.1.5. Acondicionamento de Conectores

Os materiais devem ser acondicionados de acordo com o padrão de embalagens, conforme a Especificação E-141.0001 - Padrão de Embalagens, sempre que indicado nos desenhos padronizados nos Anexos desta Especificação.

Quando não indicado, os volumes devem, sempre que possível, ser acondicionados de forma unitizada em paletes ou similares para movimentação mecanizada ou semi-mecanizada, através de paleteiras (peso máximo 1000 kg.), empilhadeiras, etc.

Os volumes devem conter, afixados de forma legível e indelével, no mínimo:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) identificação completa do conteúdo;
- c) quantidade;
- d) massa (bruta e líquida);
- e) indicação do comprador (Celesc);
- f) número do documento de compra.

5.1.5.1. Embalagem Primária

Os conectores devem ser fornecidos acondicionados primariamente em sacos individuais de

polietileno transparente, com espessura mínima de 0,10 mm e seladas as embalagens através de solda eletrônica, de modo a evitar a penetração de umidade e reter o composto anti-óxido.

A embalagem deve apresentar identificação em cores, assim como as conexões possíveis, conforme consta nos desenhos padronizados, nos Anexos desta Especificação.

5.1.5.2. Embalagem Secundária

Os sacos plásticos, contendo os conectores devem ser acondicionados em caixas de papelão contendo no máximo 100 conectores. Nas caixas devem ser identificados externamente, de forma legível:

- a) o tipo de conector;
- b) nome ou marca do fabricante;
- c) bitola dos condutores a que se aplica;
- d) número de unidades embaladas;
- e) item e número do documento de compra.

5.1.6. Acondicionamento de Cartuchos para Ferramenta de Impacto

Os cartuchos devem ser embalados em caixas de papelão contendo 25 unidades, apresentando externamente a identificação do fabricante (nome e/ou marca do fabricante), cor do cartucho, tipo de espoleta (interna ou externa), data e lote de fabricação. Adicionalmente, a caixa de 25 unidades deverá ter revestimento em polietileno transparente, selado contra a umidade.

Os cartuchos metálicos devem ser embalados em caixas de papelão contendo 100 unidades, apresentando, externamente a identificação do fabricante (nome e/ou marca do fabricante), cor do cartucho, data e lote de fabricação. Adicionalmente, as caixas com 100 unidades deverão ser acondicionadas em embalagem secundária que externamente deverá apresentar identificação do fabricante, do produto, quantidade do mesmo e tipo de cartucho metálico.

5.2. Condições Específicas

5.2.1. Materiais

Os conectores abrangidos por esta Especificação devem ser fabricados a partir dos materiais

especificados nos respectivos desenhos padronizados nos Anexos. A utilização de outros materiais não especificados e os casos omissos só poderão ocorrer após consulta à Celesc.

5.2.1.1. Composto Anti-óxido

O composto anti-óxido a ser aplicado em quantidade suficiente nas peças, de modo a cobrir toda a região do conector que fará contato direto com os condutores, e deve atender às seguintes características:

- a) ser insolúvel em água, não tóxico, quimicamente neutro em relação aos materiais em contato e resistente à atmosfera industrial e marítima;
- b) suportar, sem alterar suas características, ao ensaio de ciclos térmicos;
- c) ter ponto de gota mínimo de 170°C (ASTM D-566);
- d) manter suas propriedades em temperatura de até 5°C;
- e) ter ponto de fulgor superior a 200°C (ASTM D-92);
- f) ter grau de penetração 290 (ASTM D-217);
- g) ser bom condutor elétrico;
- h) ter um teor de pó de zinco em suspensão variando entre 16 e 40%, desde que atendidas todas as exigências relacionadas nas alíneas de a até g, com granulometria entre 80 e 150 µm (- 80 mesh a + 200 mesh).

5.2.1.2. Acessórios para Aplicação dos Conectores

Alicate Bomba d'água

Para os conectores cunha de cobre estanhado, a aplicação se fará através de alicates bomba d'água de 12 polegadas (304,80 mm). Sua retirada será efetuada através de extrator específico, conforme consta nos desenhos padronizados, nos Anexos desta Especificação.

Ferramenta de Impacto

Para os conectores cunha bimetálicos e cunha de cobre, a aplicação se fará através de ferramenta de impacto, cuja força de aplicação é obtida através de detonação de cartuchos de carga explosiva.

Cartuchos para Ferramenta de Impacto

Os cartuchos para detonação na ferramenta de impacto podem ser de espoleta interna ou externa, de acordo com a ferramenta específica.

Capa de Proteção à Conexão

As capas de proteção às conexões devem ser projetadas e fabricadas, de modo a envolver adequadamente a conexão a que se destina, devendo atender as seguintes características:

- a) material - polietileno de baixa densidade;
- b) acabamento - cor preta, superfícies lisas e isentas de rebarbas;
- c) rigidez dielétrica - 1.500V, 60 Hz, 60s (NBR 6936);
- d) teor de negro de fumo - 2% no mínimo (ASTM - D1603);
- e) intemperismo - exposição à UV (ASTM G - 26).

Os relatórios dos ensaios de tipo, realizados em protótipos de capas de proteção, deverão ser anexados à proposta comercial e suas cópias deverão ser fornecidas aos inspetores da Celesc, no início da atividade de inspeção de recebimento. Os ensaios de recebimento são os definidos nas alíneas a, b e c, e os ensaios de tipo são os definidos nas alíneas de a até e.

5.2.2. Resistência Mecânica

Os conectores instalados para as finalidades que foram projetados, devem resistir aos esforços mecânicos previstos nos respectivos desenhos padronizados nos Anexos desta Especificação, em módulo, direção e sentido indicados.

5.2.3. Montagem do Conector Cunha de Cobre Estanhado

Para a montagem das conexões com o conector cunha de cobre estanhado, quando se utilizam os fios sólidos com seções de $1,5 \text{ mm}^2$, $2,5 \text{ mm}^2$ e 4 mm^2 , deverá ser observado que os mesmos deverão ser dobrados e torcidos sobre si mesmo (pelo menos 10 voltas), de modo que seja efetivada a duplicação do seu diâmetro no trecho que será realizada a conexão. O condutor do ramal deverá apresentar uma sobra de 30 mm, além da conexão. Após a realização da conexão, o excesso de 30 mm deverá ser dobrado em pelo menos 45° .

5.2.4. Montagem do Conector Cunha para Ligações Bimetálicas

Na montagem das conexões com o conector cunha para ligações bimetálicas, deverá ser observado que o condutor de cobre deverá ficar, após a instalação do conector, em posição inferior em relação ao condutor de alumínio. Esse posicionamento irá evitar que óxido de cobre escorra sobre a conexão e o cabo de alumínio, minimizando-se o efeito por corrosão galvânica.

5.3. Inspeção e Ensaio

5.3.1. Generalidades

Os conectores e demais itens desta Especificação devem ser submetidos à inspeção e ensaios nas instalações do fabricante, na presença do inspetor da Celesc, de acordo com esta Especificação e as normas técnicas referendadas no subitem 6.1.

Ao inspetor da Celesc deve ser propiciado livre acesso às dependências onde são fabricados e ensaiados os materiais, bem como devem ser prestadas todas e quaisquer informações que julgar necessárias. O fabricante deve possuir, ainda, equipamentos de qualidade comprovada que possibilitem a realização dos ensaios.

O fabricante deverá disponibilizar ao inspetor da Celesc, todos os equipamentos e acessórios necessários à realização dos ensaios de recebimento, inclusive disponibilizar fios e cabos necessários à montagem de todas as combinações possíveis, previstas para o conector sob ensaio. O não cumprimento desta exigência será motivo para rejeição do lote sob inspeção.

As despesas para realização das inspeções e ensaios, sejam com pessoal ou com materiais, correm integralmente por conta do fabricante, devendo informar à Celesc a data para a realização da inspeção e ensaio, no mínimo com 10 dias de antecedência.

5.3.2. Ensaio

5.3.2.1. Verificação Geral

Antes de serem efetuados os ensaios de recebimento, o inspetor deve verificar o acabamento, detalhes construtivos, dimensões, identificação e acondicionamento dos

conectores. O objetivo desta etapa é certificar se o fabricante está mantendo o nível de qualidade estabelecido no modelo aprovado nos ensaios de protótipo.

5.3.2.2. Resistência à Tração e Escorregamento

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

A tração mecânica deve ser aplicada gradualmente a uma velocidade das garras da máquina de tração de 15mm/minuto a 20mm/minuto, o que deve ser mantido por um tempo mínimo de 1 minuto.

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

O valor da tração mecânica deve ser medido com uma precisão de 1%, no mínimo.

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

- a) conectores de tração total - (classe 1) - 95% do limite de resistência à tração do condutor:
 - Tipos de conectores: Emenda à compressão de cobre
Emenda à compressão de alumínio
- b) conectores de tração parcial - (classe 2) - 40% do limite de resistência à tração do condutor de menor resistência à tração aplicável;
- c) conectores de tração mínima - (classe 3) - 5% da resistência nominal do mais fraco dos condutores emendados, mas não menor do que 90% dos valores indicados na tabela I.
 - Tipos de conectores: Conector cunha de cobre
Conector cunha para ligações bimetálicas
Conector cunha de cobre estanhado
Terminal à compressão furação NEMA
- d) conectores cunha para haste de aterramento, o limite mínimo de resistência à tração deverá ser de 40 kgf. A montagem do ensaio de tração deverá simular a condição normal de instalação da haste, cabo e conector, sendo que tanto o cabo como a haste deverão suportar esta tração.

TABELA I

BITOLA		SEÇÃO REAL (mm ²)	Ø DO CONDUTOR (mm)		RESISTÊNCIA MÍNIMA AO ESCORREGAMENTO (Kgf)		
mm ²	AWG		FIO	CABO	COBRE	CA	CAA
1,5	-	1,50	1,38	1,63	14	-	-
-	15	1,65	1,45	-	14	-	-
-	14	2,10	1,63	1,84	23	11	-
2,5	-	2,50	1,78	2,05	23	11	-
-	13	2,62	1,83	2,10	23	11	-
-	12	3,30	2,05	2,32	32	16	-
4,0	-	3,98	2,24	2,59	32	16	-
-	11	4,17	2,30	2,65	32	16	-
-	10	5,30	2,59	2,95	36	18	-
6,0	-	5,98	2,76	3,26	36	18	-
-	9	6,60	2,90	3,30	36	18	-
-	8	8,40	3,26	3,71	41	20	46
10	-	10,00	3,57	4,05	41	20	46
-	7	10,05	3,66	4,17	41	20	46
-	6	13,30	4,12	4,65	46	23	46
16	-	15,90	4,50	5,10	46	23	46
-	5	16,80	4,62	5,26	46	23	46
-	4	21,15	5,19	5,88	64	32	68
25	-	25,07	5,60	6,42	64	32	68
-	3	26,66	5,82	6,61	73	36	68
-	2	33,62	6,54	7,41	82	41	91
35	-	35,04	6,68	7,56	82	41	91
-	1	42,41	7,35	8,34	91	46	91
50	-	50,00	7,98	8,90	91	46	91
-	1/0	53,49	8,25	9,36	91	46	91

5.3.2.3. Resistência Elétrica da Conexão

Deve ser medida a resistência elétrica de uma parte contínua do condutor com comprimento igual a 1000 mm. Devem ser comparados às resistências elétricas de uma parte contínua do condutor e de um conjunto do mesmo comprimento total formado por duas partes do mesmo condutor ligadas pelo conector sob ensaio. Os condutores utilizados neste ensaio devem ser o de maior e o de menor seção, admitidos pelo conector. Na medição da resistência elétrica de conexões realizadas entre cabos (cordoalhas) ou fios e cabos, deve ser utilizado o recurso da aplicação de anéis equalizadores na parte da conexão constituída por cordoalha, de modo a obter-se medições de resistências confiáveis. O anel equalizador deve ser confeccionado a partir de um tubo metálico (luva à compressão) do mesmo material do qual é constituído o condutor, com comprimento adequado para realização da medição da resistência elétrica.

Deve ser utilizada corrente contínua de intensidade inferior a um vigésimo (1/20) da corrente utilizada para o aquecimento, conforme Tabela II. A medição deve ser efetuada com as indicações dos instrumentos devidamente estabilizadas e estando as conexões e condutores à mesma temperatura do ambiente. O valor da resistência deve ser tomado como a média aritmética de duas medidas efetuadas com polaridade oposta.

Tabela II - Correntes para o Ensaio de Aquecimento

SEÇÃO NOMINAL		CORRENTE (A)	
mm ²	AWG-MCM	Cobre	Alumínio
4		30	
6		45	
10		62	
	(6)		70
16		98	
	(4)		90
25		130	
	(2)		120
35		155	
50		189	
	(1/0)		160
	(2/0)		185
70		240	
	(3/0)		215
95		270	
	(4/0)		250
120		326	
150		390	
	(300)		315
	(336,4)		335
185		420	
240		503	
	(477)		406
	(500)		435
300		582	

Notas:

1. As correntes indicadas correspondem a uma elevação de temperatura do condutor de 30°C sobre uma temperatura ambiente de 40°C, medida após estabilização da temperatura, em local abrigado (laboratório).
2. Os valores de corrente estão calculados na base de condutividade de 98% IACS para o cobre, a 20°C e de 61% IACS para o alumínio, a 20°C.
3. 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.
4. O fator de emissividade superficial para condutores novos foi definido em 0,35.

O conector deve ser considerado aprovado no ensaio quando a sua resistência elétrica for, no máximo, igual à resistência elétrica do condutor a que se aplica.

Observação:

Para os conectores tipo cunha de cobre estanhado, admite-se um valor de resistência elétrica de no máximo, 110% da resistência elétrica do condutor a que se aplica. Os condutores utilizados neste ensaio devem ser os de maior seção admitido pelo conector sob ensaio.

5.3.2.4. Efeito Mecânico sobre o Condutor Tronco

O ensaio deve ser realizado de acordo com o que prescreve a norma NEMA CC3, devendo o conector ser considerado aprovado quando a resistência mecânica do condutor tronco não ficar reduzida a um valor inferior a 90% de sua resistência nominal.

5.3.2.5. Resistência à Torção

O ensaio deve ser executado estando o adaptador estribo de parafuso rigidamente preso e instalando-se no mesmo o conector derivação para linha viva. O torque de instalação deve ser de 2,2 daN.m aplicado no parafuso olhal e de 2,3 daN.m na porca do conector do cabo derivação.

O adaptador estribo de parafuso deve ser considerado aprovado quando não sofrer deformação permanente ou ruptura após a instalação do conector derivação para linha viva no estribo e no cabo derivação.

Após a aplicação do torque e desmontado o conector, a porca deve deslizar manualmente ao longo do parafuso, e/ou o olhal roscado ao longo da base roscada, sem apresentar problemas de travamento ou escorregamento.

5.3.2.6. Resistência ao Arrancamento

O ensaio deve ser executado, estando o adaptador estribo instalado no condutor de maior bitola. O adaptador deve, então, ser tracionado através do estribo com o esforço F1 igual a 90 daN, conforme indicado no desenho-padrão O-04 dos Anexos desta Especificação.

O ensaio deve ser repetido utilizando-se o condutor de menor bitola. O adaptador deve ser considerado aprovado no ensaio se não sofrer qualquer deformação permanente ou ruptura e nem soltar-se do condutor.

5.3.2.7. Resistência à Flexão

Ensaio a ser realizado no conector Terminal para Chave Faca. Consiste na verificação da resistência mecânica à flexão da porção central do terminal onde será instalado o conector tipo cunha para ligações bimetálicas, conforme indicado no desenho anexo O-06. O terminal, adequadamente instalado num dispositivo simulando o terminal de uma chave faca, deverá ser submetido a um esforço de flexão localizado na porção média de adaptação conforme indicado no desenho anexo, durante 1 minuto, sem apresentar deformação

permanente ou ruptura.

5.3.2.8. Verificação da Montagem e Estabilidade da Conexão

Conector Cunha de Cobre Estanhado

Consiste na verificação da estabilidade mecânica da conexão realizada com a aplicação dos conectores do tipo cunha de cobre estanhado. Este ensaio deverá ser realizado em pelo menos três combinações de montagens de condutores, ou seja, no maior tronco e menor derivação, nos diâmetros intermediários e, na combinação mínima de tronco e máxima na derivação e, sempre com preferência à utilização de condutores sólidos.

Na operação de montagem, antes do uso do alicate e com os condutores já em posição para se efetuar a instalação do conector, a cunha deverá se ajustar perfeitamente à conexão, devendo sua extremidade menor penetrar de 3 a 5 mm no mínimo, sem dificuldade para o operador e sem interferência com o "C", de forma a permitir o uso da ferramenta de aplicação e sem a necessidade de usar as mãos para manter o conjunto (cunha x "C") em sua posição.

Após a aplicação do conector e a uma distância de 300 mm da conexão, dobrar as extremidades dos dois condutores formando um ângulo de 90°. Fixando-se o condutor tronco, deve-se girar a extremidade do condutor derivação em 180° no sentido horário e em seguida retornar à posição original. Este procedimento deverá ser realizado três vezes num intervalo de tempo entre 10s e 20s. Não poderá haver desconexão ou tornar inoperante a trava de segurança do conector sob ensaio.

Conector Cunha de Cobre e Conector Cunha Bimetálico

Consiste na verificação visual da conexão após a aplicação do conector. O encordoamento do condutor tronco e da derivação deverão manter-se intactos, não sendo admissível o deslocamento de um ou mais fios componentes dos cabos, o que caracteriza a formação do "efeito gaiola".

5.3.2.9. Operação do Cartucho Plástico ou Metálico para Ferramenta de Impacto

O cartucho plástico, após sua utilização, não deverá apresentar dificuldade na sua extração do interior da ferramenta. A simples operação manual do extrator, existente na ferramenta de aplicação, deve permitir sua retirada sem esforço do operador e sem a utilização de qualquer ferramenta externa do tipo chave de fenda ou outro dispositivo. Durante a detonação, não será permitido o vazamento de gás pelas bordas laterais do êmbolo do cartucho, ocasionando perda de pressão.

Após a aplicação do conector, será analisada a real condição de instalação do conector e, considera-se que ocorreu uma conexão perfeita, aquela que apresentar uma formação adequada da trava de segurança no extremo da cunha do conector, após a detonação do cartucho plástico ou metálico.

Qualquer dificuldade na extração do cartucho plástico ou metálico após sua detonação, será considerado defeito e motivo de rejeição, quando no recebimento de lotes do material.

5.3.2.10. Dureza

O ensaio deve ser executado conforme a NBR 6394. Os valores encontrados nos ensaios de recebimento realizados, não podem apresentar variação superior a 2,5% dos valores encontrados e declarados nos relatórios de ensaio de tipo realizado nos protótipos dos conectores.

5.3.2.11. Verificação do Revestimento

O ensaio verificação de revestimento deve ser executado conforme ASTM-B-545, e pode apresentar as seguintes alternativas de revestimento:

- a) conectores revestidos com estanho - os conectores devem ter uma camada de estanho com espessura mínima de 8,0 μm e média mínima de 12 μm ;
- b) conectores revestidos com níquel e estanho - os conectores devem apresentar um revestimento combinado com, no mínimo, 1,5 μm de níquel na base do conector sobreposto com uma segunda camada de, no mínimo, 3 μm de estanho totalizando uma camada mínima de revestimento final de 4,5 μm .

5.3.2.12. Zincagem

Os componentes de aço zincado à quente das luvas de emenda à compressão (CAA) devem ser submetidos, de acordo com as NBR 7397, NBR 7398, NBR 7399 e NBR 7400, aos ensaios de determinação da massa de zinco por unidade de área, de aderência, de espessura e da uniformidade do revestimento, respectivamente.

O ensaio será considerado aprovado quando atender aos requisitos de galvanização estabelecidos na NBR 8158.

5.3.2.13. Medição da Condutividade da Liga

Deve ser executado de acordo com a ASTM-B-342, devendo a condutividade dos conectores, atender a tabela abaixo:

TIPO DO CONECTOR	PARTES DO CONECTOR	CONDUTIVIDADE MÍNIMA(% IAC)
Conector cunha cobre estanhado	“C” e Cunha	22,0
Conector cunha bimetálico	“C”	41,0
	Cunha	32,0
Conector cunha de cobre	“C”	27,0
	Cunha	27,0
Conector para haste de aterramento	Cunha	22,0
Luva emenda à compressão de alumínio	-	57,0
Luva emenda à compressão de cobre	-	96,0
Grampo linha viva para condutor de Al	-	27,0
Grampo linha viva para condutor de Cu	-	27,0
Terminal para chave faca	-	32,0

5.3.2.14. Aquecimento

Para conectores que se aplicam a uma gama de seções de condutores o ensaio deve ser executado com o conector fazendo as conexões com as seguintes combinações de condutores:

- usando os condutores de menor capacidade de corrente;
- usando os condutores de maior capacidade de corrente, porém, sob a condição de que as mesmas sejam as mais próximas possíveis entre si.

Se o conector é aplicável à ligações de condutores de alumínio com alumínio e de alumínio com cobre, o mesmo deve ser ensaiado nas diversas combinações dessas 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 além da borda da canaleta do contato do conector.

O ensaio deve ser feito à temperatura ambiente, em local abrigado, livre de corrente de ar, aplicando-se gradualmente a corrente alternada de ensaio até se atingir o valor indicado na Tabela II do inciso 5.3.2.4. desta Especificação, que deve ser mantido até a estabilização da temperatura (para fins práticos, esta condição é dada como obtida quando a variação de temperatura não exceder 1°C por hora).

Devem ser medidas as temperaturas dos pontos mais quentes no conector e no condutor. No condutor este ponto está localizado a uma distância mínima do conector igual a 50 vezes o diâmetro do condutor e não inferior a 500 mm.

O conector deve ser considerado aprovado quando a elevação de temperatura em qualquer

ponto do conector não exceder a elevação de temperatura do condutor que apresenta a maior elevação de temperatura para o qual foi projetado.

5.3.2.15. Ciclo Térmico com Curto-circuito

Deve ser executado de acordo com a NBR 9326, sendo que as duas séries de ciclos térmicos de envelhecimento e o conjunto intercalado de curto-circuitos devem ser definidos da seguinte forma, para qualquer conector:

- a) aplicação da primeira série com a duração de 200 ciclos térmicos;
- b) aplicação, a seguir, do conjunto de quatro curto-circuitos;
- c) aplicação da segunda série com a duração de 500 ciclos térmicos.

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 neste valor durante 15 minutos, pelo menos. O resfriamento subsequente poderá ser obtido através método natural ou forçado, com a finalidade de se reduzir a duração de cada ciclo e deve ser prolongada até que a temperatura do condutor de referência atinja, no máximo, 5°C acima da temperatura ambiente.

Na aplicação do conjunto de quatro curto-circuitos, para cada um deles, deve ser aplicada durante 1 segundo a corrente com densidade de $100\text{A}/\text{mm}^2$ para condutores de até 300 mm^2 de seção útil efetiva. Na aplicação do primeiro curto-circuito o condutor de referência deve estar na temperatura ambiente para condutores de seção útil efetiva de até 300 mm^2 . O intervalo de tempo entre duas aplicações sucessivas de curto-circuitos deve ser suficiente para que a temperatura do conector atinja o máximo de 5°C acima de sua temperatura inicial de aplicação dos curto-circuitos.

O conector deve ser considerado aprovado se atender os requisitos exigidos quanto à resistência elétrica e quanto à temperatura, descritos a seguir:

Desempenho Quanto à Resistência Elétrica

- a) a resistência elétrica inicial de montagem da conexão deve ser, no máximo, igual à resistência elétrica do condutor de referência.

Observação:

Para os conectores tipo cunha de cobre estanhado, admite-se um valor de resistência elétrica inicial de, no máximo, 110% da resistência elétrica do condutor utilizado como referência;

- b) nos primeiros 200 ciclos de aquecimento, antes da aplicação dos conjuntos de curto-circuitos, devem ser feitas leituras dos valores de resistência da conexão de 10 em 10 ciclos, não devendo qualquer um destes valores superar em 5% o valor médio obtido para os mesmos. Os 20 ciclos iniciais devem ser utilizados para estabilizar a corrente de ensaio;
- c) após a série de curto-circuitos devem ser feitas leituras de resistência da conexão de 25 em 25 ciclos, não devendo qualquer dos valores medidos ultrapassar em 5% o valor médio obtido para os mesmos;
- d) o valor médio das 10 últimas leituras efetuadas, conforme a alínea anterior, pode ultrapassar em 5% no máximo, o valor médio das 10 últimas leituras efetuadas, de acordo com a alínea b.

Desempenho Quanto à Temperatura

- a) a temperatura dos conectores não deve exceder à temperatura do condutor de referência ao final do período de aquecimento de cada ciclo;
- b) nos primeiros 200 ciclos de aquecimento, antes da aplicação do conjunto de curto-circuitos, devem ser feitas leituras dos valores de temperatura dos conectores de 10 em 10 ciclos e a variação máxima das elevações de temperatura da conexão em relação ao valor médio obtido para estes valores deve ser de 5%.
A elevação de temperatura deve ser considerada em relação à temperatura ambiente da sala de ensaio;
- c) após a série de curto-circuitos, devem ser feitas leituras de temperatura dos conectores de 25 em 25 ciclos e a variação máxima das elevações de temperatura da conexão em relação ao valor médio obtido para estes valores deve ser de 5%;
- d) o valor médio das 10 últimas leituras efetuadas, conforme alínea anterior, pode ultrapassar em 5°C no máximo, o valor médio das 10 últimas leituras efetuadas, de acordo com a alínea b.

Após o término do ensaio a conexão deve ser desfeita e o conector avaliado visualmente, não devendo apresentar sinais visíveis de aquecimento local ou partes fundidas ou danificadas, especialmente nos pontos de contato elétrico.

5.3.2.16. Determinação da Composição Química

Deve ser realizado conforme a NBR 6366, devendo a percentagem de cobre na composição

das ligas de alumínio utilizadas nos conectores, ser no máximo 0,2%. Caso seja solicitada a repetição deste ensaio durante a fase de recebimento, os percentuais dos elementos químicos que compõem a liga do conector não poderão apresentar uma variação maior do que 2% em relação aos valores encontrados nos ensaios de protótipos. Variação maior do que 2% será considerado motivo de reprovação do lote no ato de seu recebimento.

5.3.2.17. Névoa Salina

O conector, ensaiado conforme a NBR 8094, deve ser submetido a uma exposição de 15 dias, no mínimo. O conector, após esta exposição, será considerado aprovado no ensaio, se:

- a) resistir aos ensaios de aquecimento (subinciso 5.3.2.14.), resistência elétrica da conexão (subinciso 5.3.2.4.) e resistência à tração (subinciso 5.3.2.2.);
- b) estar isento de qualquer ponto de corrosão profunda localizada em sua superfície e de manchas características de corrosão, visíveis a olho nu, nas áreas de contato elétrico do conector. Esta avaliação deve ser efetuada, desfazendo-se a conexão e examinando-se o conector.

5.3.2.18. Corrosão sob Tensão Interna

Ensaio acelerado que tem o propósito de detectar nos produtos fabricados em cobre e em suas ligas, a presença de tensões residuais internas oriundas do processo de fabricação e que podem causar falha do conector em serviço. Este ensaio deve ser executado e o resultado avaliado de acordo com a ASTM-B-154.

5.4. Sinopse: Enquadramento dos Ensaios Conforme o Tipo de Conector

Tabela III

Descrição dos ensaios	Referência do Conector / Categoria de ensaio												
	O-01	O-02	O-03	O-04	O-05	O-06	O-07	O-08	O-09	O-10	O-11	O-12	O-14
Verificação Geral / Dimensional	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R
Resistência à Tração	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	na	T/R	T/R	T/R	T/R	na	T/R	T/R
Resistência à Flexão	na	na	na	na	na	T/R	na	na	na	na	na	na	Na
Resistência Elétrica	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	na	T/R	T/R	T/R	na	na	T/R	T/R

Verif. da Montagem da Conexão	T/R	T/R	T/R	na	na	na	na	na	na	na	na	T/R	T/R
Efeito Mecânico s/ Condutor Tronco	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	na	na	na	na	na	na	T/R	na
Resist. ao Torque dos Parafusos	na	na	na	na	na	na	na	na	na	T/R	na	na	na
Verificação do Revestimento	na	T/R	na	T/R	T/R	na	na	na	na	T/R	na	T/R	Na
Condutividade	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	na	T/R	T/R
Aquecimento	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	na	na	T/R	T/R
Dureza	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	T/R	na	na	na	T/R	na	T/R	na
Operação do cartucho	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	T/R	na	na
Galvanização	na	na	na	na	na	na	na	T/R	na	na	na	na	na
Ciclos Térmicos c/ Curto-circuito	T	T	T	T	T	na	T	T	T	na	na	T	T
Determinação Composição Química	T	T	T	T	T	T	T	na	T	T	na	T	T
Névoa Salina	T	T	T	T	T	T	T	T	T	T	na	T	T
Corrosão sob Tensão Interna	T	T	T	T	T	na	na	na	na	na	na	T	T

Tabela IV

Definição do Tipo de Conector	Referência
Conector Cunha para Ligações Bimetálicas	O-01
Conector Cunha de Cobre Estanhado	O-02
Conector Cunha de Cobre	O-03
Adaptador Estribo de Cunha	O-04
Adaptador Estribo Lateral de Cunha	O-05
Terminal para Chave Faca	O-06
Luva de Emenda para Cabo CA	O-07
Luva de Emenda para Cabo CAA	O-08
Luva de Emenda para Condutor de Cobre	O-09
Conector Derivação para Linha Viva	O-10

Cartucho para ferramenta de impacto	O-11
Conector para haste de aterramento	O-12
Terminal á compressão furação Nema	O-14
Placa bimetálica de acoplamento CU/AL	O-15

T – Ensaio de Tipo

T/R - Ensaio de Tipo e Recebimento

na - Não Aplicável

5.4. Plano de Amostragem e Critérios de Aceitação para os Ensaio de Recebimento

Tama- nho do lote	- Verificação Geral				- Verificação Revestimento				- Dureza			
					- Condutibilidade - Galvanização - Operação do cartucho				- Resistência ao Torque - Resistência à Tração - Resistência à Flexão - Resistência Elétrica - Verificação da Montagem da Conexão			
	Dupla, Nível II, NQA 1,0%				dupla, Nível S4, NQA 1,0%				dupla, Nível S3, NQA 1,5%			
	amostra		Ac	Re	amostra		Ac	Re	amostra		Ac	Re
	Seqüência	tamanho			seqüência	tamanho			seqüência	tamanho		
até 50	-	13	0	1	-	13	0	1	-	8	0	1
151 a 500	1 ^a	32	0	2	-	13	0	1	-	8	0	1
	2 ^a	32	1	2								
501 a 1200	1 ^a	50	0	3	-	13	0	1	-	8	0	1
	2 ^a	50	3	4								
1201 a 3200	1 ^a	80	1	4	1 ^a	32	0	2	-	8	0	1
	2 ^a	80	4	5	2 ^a	32	1	2				
3201 a 10000	1 ^a	125	2	5	1 ^a	32	0	2	1 ^a	20	0	2
	2 ^a	125	6	7	2 ^a	32	1	2	2 ^a	20	1	2
10001 a 35000	1 ^a	200	3	7	1 ^a	32	0	2	1 ^a	20	0	2
	2 ^a	200	8	9	2 ^a	32	1	2	2 ^a	20	1	2

Observação:

1. A passagem a outros regimes de inspeção deve ser feita conforme indicado na NBR 5426

2. Plano de amostragem para os demais ensaios de recebimento não contemplados na tabela

acima

- Ensaio de Aquecimento: Para o ensaio de aquecimento, deverão ser escolhidas as duas conexões que apresentaram maior valor no ensaio de resistência elétrica. O critério de aceitação para este ensaio é de que nenhuma amostra poderá apresentar aquecimento maior do que o condutor a que foi instalado, sob pena de rejeição do lote sob inspeção.
- Ensaio de Efeito Mecânico sobre o Condutor Tronco: Para este ensaio, deverão ser escolhidas três amostras aleatoriamente no lote sob inspeção. Uma falha implica na rejeição do lote de conectores.

5.5. Relatórios de Ensaio

Devem constar no relatório de ensaio de recebimento a ser emitido pelo fornecedor no ato da aceitação do lote pelo inspetor da Celesc, as seguintes informações mínimas:

- a) nome ou marca comercial do fabricante;
- b) número da autorização de fornecimento;
- c) identificação do laboratório de ensaio;
- d) quantidade do lote e amostragem utilizada para a realização de cada tipo de ensaio;
- e) identificação completa do conector ensaiado, conforme inciso 5.1.3;
- f) dimensões básicas do conector, bem como dos condutores utilizados nos ensaios;
- g) relação e resultados dos ensaios realizados;
- h) certificado de aferição dos instrumentos utilizados nos ensaios com data não superior a 12 meses;
- i) data de início e término dos ensaios;
- j) nomes legíveis e assinaturas do fabricante e do inspetor da Celesc com a data de emissão do relatório.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Referências

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar:

NBR 5370 - Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência

NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimentos

NBR 5474 - Conectores elétricos - Terminologia

NBR 6366 - Ligas de cobre - Análise química - Método de ensaio

NBR 6392 - Arruelas de pressão - Especificação

NBR 6394 - Medição de dureza Brinell - Método de ensaio

NBR 7875 - Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) - Padronização

NBR 7876 - Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz - Método de ensaio

NBR 8094 - Materiais metálicos revestidos e não revestidos - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio

NBR 8855 - Elementos de fixação - Características mecânicas - Especificação

NBR 8158 - Ferragens eletrotécnicas para redes de distribuição

NBR 9326 - Ensaios de ciclos térmicos e curto-circuitos em conectores para cabos de potência - Método de ensaio

NBR 11788 - Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência

ANSI/NEMA CC1 - "Electric Power Connectors for Substations"

ANSI/NEMA CC3 - "Connectors for use between Aluminium or Aluminium-Copper overhead Conductors"

ANSI C119.4 - "Connectors to Use Between Aluminum-to-Aluminum or Aluminum-to-Copper Bare Overhead Conductors"

ASTM-B-103 - "Standard Specification for Phosphor Bronze Plate, Sheet, Strip and Roller Bar"

ASTM-B-154 - "Standard Test Method for Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys"

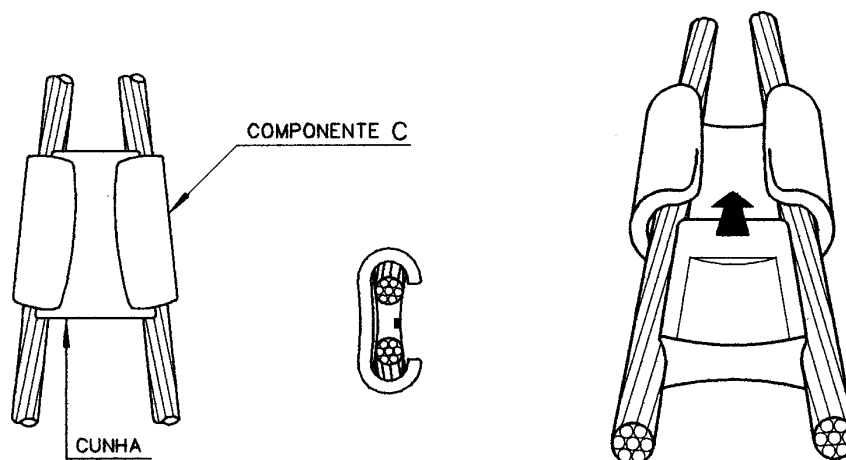
ASTM-B-342 - "Standard Test Method for Electrical Conductivity by use of Eddy Currents"

ASTM-B-545 - "Specification for Electrodeposited coating of Tin"

7. ANEXOS

- 7.1. Desenho O-01 - Conector Cunha para Ligações Bimetálicas
- 7.2. Desenho O-02 - Conector Cunha de Cobre Estanhado
- 7.3. Desenho O-03 - Conector Cunha de Cobre
- 7.4. Desenho O-04 - Adaptador Estribo Cunha
- 7.5. Desenho O-05 - Adaptador Estribo Lateral de Cunha
- 7.6. Desenho O-06 - Terminal para Chave Faca
- 7.7. Desenho O-07 - Luva de Emenda para Cabo CA
- 7.8. Desenho O-08 - Luva de Emenda para Cabo CAA
- 7.9. Desenho O-09 - Luva de Emenda para Condutor de Cobre
- 7.10. Desenho O-10 - Conector Derivação para Linha Viva
- 7.11. Desenho O-11 - Cartucho para Ferramenta de Impacto com Espoleta Interna e Externa
- 7.12. Desenho O-12 – Conector para Haste de Aterramento (Orientativo)
- 7.13. Desenho O-13 – Acessórios de Conectores
- 7.14. Desenho O-14 – Terminal à Compressão Furação NEMA (Orientativo)
- 7.15. Desenho O-15- Placa Bimetálica de Acoplamento CU/AL

7.1. Desenho O-01 - Conector Cunha para Ligações Bimetálicas



DERIVAÇÃO			REDE (AWG) CA e CAA						CA	CAA	CA	CAA	CAA
COBRE	ALU M	ALUM (CAA)	CÓD. COR VERMELHA			CÓD. COR AZUL			CÓD. COR AMARELO				
(mm²)	AWG	AWG	4	2	1/0	2/0	3/0	4/0	336,4	336,4	477	477	636
10	8	-	6780	6781	6782	-	-	-	-	-	-	-	-
16	6	-	6783	6784	6469	6403	6403	6409	6414	6410	-	-	-
25	4	4	6784	6469	6468	6404	6404	6461	6417	6411	-	-	-
35	2	2		6468	6467	6405	6406	6407	6418	17022	-	-	-
50	1/0	1/0			6466	6406	6407	6465	6422	6412	-	-	-
70	2/0	2/0				6407	6465	6464	6427	6413	-	-	-
95	3/0	3/0					6464	6483	6428	15154	-	-	-
120	4/0	4/0						6460	6441	6459	6419	6419	22134
-	336,4	-							6449	6419	6419	22131	22135
-	-	336,4								6419	22131	19661	22135
-	477										19661	22133	22132
-		477									19661	22133	22132
-		636									22132	22132	22136
-													

Matéria-prima: Liga de alumínio especial para conexões cobre x AL e conexões AL x AL

Identificação: Deve ser estampado no componente "C" e cunha de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Cor do cartucho a ser utilizado para aplicação do conector.
- Bitola nominal do condutor principal e derivação aplicável.

Obs.:

Os cartucho deverão ser requisitados de acordo com a respectiva marca da ferramenta.

Ex. de ferramenta:

- AMP/Cartucho AMP – espoleta interna
- Framatome/Cartucho framatome – espoleta interna

7.2. Desenho O-02 - Conector Cunha para Ligações Estanhado

O-02 CONECTOR CUNHA DE COBRE ESTANHADO

REDE (Fios e cabos nus AL e Cu)		RAMAL (FIOS e CABOS EM COBRE ISOLADO e MULTIPLEXADOS)									
		FIO 1,5mm ²	FIO 2,5mm ²	FIO 4mm ²	FIO 6mm ²	FIO 10mm ²	CABO MP 10mm ² NEUTRO	CABO MP 10mm ² FASE	CABO MP 10mm ² FASE (FIO)	FIO 16mm ²	CABO MP 16mm ² NEUTRO
		Ø	2,76	3,57	4,51	2,76	3,57	4,08	3,80	3,55	4,51
FIO 4mm ²	Cu	2,26	5,02 V	5,83 V	6,77 IV	5,02 V	5,83 V	6,34 IV	6,06 V	5,81 V	6,77 IV
FIO 10AWG	AL	2,59	5,35 V	6,16 V	7,10 IV	5,35 V	6,16 V	6,67 IV	6,39 IV	6,14 V	7,10 IV
FIO 6mm ²	Cu	2,76	5,52 V	6,33 IV	7,27 IV	5,52 V	6,33 IV	6,84 IV	6,56 IV	6,31 IV	7,27 IV
FIO 8AWG	AL	3,26	6,02 V	6,83 IV	7,77 III	6,02 V	6,83 IV	7,34 IV	7,06 IV	6,81 IV	7,77 III
FIO 10mm ²	Cu	3,57	6,33 IV	7,14 IV	8,08 III	6,33 IV	7,14 IV	7,65 IV	7,37 IV	7,12 IV	8,08 III
FIO 6AWG	AL	4,12	6,88 IV	7,69 III	8,63 III	6,88 IV	7,69 III	8,20 III	7,92 III	7,67 IV	8,63 III
FIO 16mm ²	Cu	4,50	7,26 IV	8,07 III	9,01 III	7,26 IV	8,07 III	8,58 III	8,30 III	8,05 III	9,01 III
CABO 4AWG	CA	5,88	8,64 III	9,45 III	10,39 II	8,64 III	9,45 III	9,96 II	9,68 II	9,43 III	10,39 II
CABO 25mm ²	Cu	6,18	8,94 III	9,75 II	10,69 II	8,94 III	9,75 II	10,26 II	9,98 II	9,73 II	10,69 II
CABO 2AWG	Cu	7,42	10,18 A	10,99 II	11,93 I	10,18 A	10,99 II	11,50 I	11,22 I	10,97 II	11,93 I
CABO 35mm ²	Cu	7,50	10,26 A	11,07 II	12,01 I	10,26 A	11,07 II	11,58 I	11,30 I	11,05 II	12,01 I
FIO 2AWG	Cu	6,54	9,30 III	10,11 II	11,05 II	9,30 III	10,11 II	10,62 II	10,34 II	10,09 II	11,05 II
CABO 50mm ²	Cu	9,00	11,76 B	12,57 B	13,51 C	11,76 B	12,57 B	13,08 B	12,80 B	12,55 B	13,51 C
CABO 1/0AWG	CA	9,36	12,12 B	12,93 B	13,87 C	12,12 B	12,93 B	13,44 C	13,16 C	12,91 B	13,87 C
CABO 1/0AWG	CAA	10,11	12,87 J	13,68 C	14,62 C	12,87 J	13,68 C	14,18 C	13,91 C	13,66 C	14,62 C

REDE (Fios e cabos nus AL e Cu)		RAMAL (FIOS e CABOS EM COBRE ISOLADO e MULTIPLEXADOS)									
		CABO MP 16mm ² FASE	CABO 25mm ²	CABO MP 25mm ² NEUTRO	CABO MP 25mm ² FASE	CABO 35mm ²	CABO MP 35mm ² NEUTRO	CABO MP 35mm ² FASE	CABO 50mm ²	CABO MP 50mm ² NEUTRO	CABO MP 50mm ² FASE
		Ø	4,75	5,95	6,24	5,90	7,00	7,50	6,95	8,05	8,00
FIO 4mm ²	Cu	2,26	7,01 IV	8,21 III	8,50 III	8,16 III	9,26 A	9,76 A	9,21 III	10,31 A	11,26 B
FIO 10AWG	AL	2,59	7,34 IV	8,54 III	8,83 III	8,49 III	9,59 A	10,09 A	9,54 A	10,64 A	11,59 B
FIO 6mm ²	Cu	2,76	7,51 IV	8,71 III	9,00 III	8,66 III	9,76 A	10,26 A	9,71 A	10,81 A	11,76 B
FIO 8AWG	AL	3,26	8,01 III	9,21 III	9,50 III	9,16 III	10,26 II	10,76 II	10,21 II	11,31 B	12,26 B
FIO 10mm ²	Cu	3,57	8,32 III	9,52 II	9,81 II	9,47 III	10,57 II	11,07 II	10,52 II	11,62 B	12,57 B
FIO 6AWG	AL	4,12	8,87 III	10,07 II	10,36 II	10,02 II	11,12 II	11,62 II	11,07 II	12,17 B	13,12 C
FIO 16mm ²	Cu	4,50	9,25 III	10,45 II	10,74 II	10,40 II	11,50 II	12,00 II	11,45 II	12,55 B	13,50 C
CABO 4AWG	CA	5,88	10,63 II	11,83 I	12,12 I	11,78 I	12,88 I	13,38 I	12,83 I	13,93 I	14,88 VII
CABO 25mm ²	Cu	6,18	10,93 II	12,13 I	12,42 I	12,08 I	13,18 I	13,68 I	13,13 I	14,23 VII	15,18 VII
CABO 2AWG	CA	7,42	12,17 I	13,37 I	13,66 I	13,32 I	14,42 VII	14,92 VII	14,37 VII	15,47 VII	16,42 VII
CABO 35mm ²	Cu	7,50	12,25 I	13,45 I	13,74 I	13,40 I	14,50 VII	15,00 VII	14,45 VII	15,55 VII	16,50 VII
FIO 2AWG	Cu	6,54	11,29 I	12,49 I	12,78 I	12,44 I	13,54 I	14,04 VII	13,49 I	14,59 VII	15,54 VII
CABO 50mm ²	Cu	9,00	13,75 C	14,95 VII	15,24 VII	14,90 VII	16,00 VII	16,50 VII	15,95 VII	17,05 VI	18,00 VI
CABO 1/0AWG	CA	9,36	14,11 C	15,31 VII	15,60 VII	15,26 VII	16,36 VII	16,86 VI	16,31 VII	17,41 VI	18,36 VI
CABO 1/0AWG	CAA	10,11	14,86 VII	16,06 VII	16,35 VII	16,01 VII	17,11 VI	17,61 VI	17,06 VI	18,16 VI	19,11 VIII

*: DOBRAR E TORCER 10 VOLTAS O CONDUTOR DO RAMAL ANTES DA EXECUÇÃO DA CONEXÃO

OBS:

1-NO CABEÇALHO DA TABELA OS DIÂMETROS INFORMADOS PARA OS FIOS 1,5,2,5 E 4mm² JÁ ESTÃO DOBRADOS

2-NA CONEXÃO "REDE: FIO 4mm²" COM "RAMAL: CABO MP 35mm² FASE"

FOI ADOPTADO O TIPO III DE ACORDO COM TESTES PRÁTICOS.

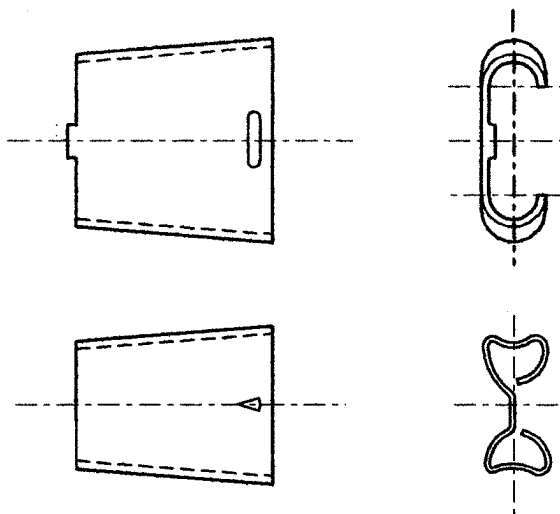
3-AS DIFERENÇAS NOS DIÂMETROS NOMINAIS ENTRE AS MESMAS BITOLAS DE FIOS E CABOS SÃO PROVENIENTES DO TIPO DE CONDUTOR.

" REDE: FIOS E CABOS NUS: " RAMAL: FIOS E CABOS ISOLADOS ".

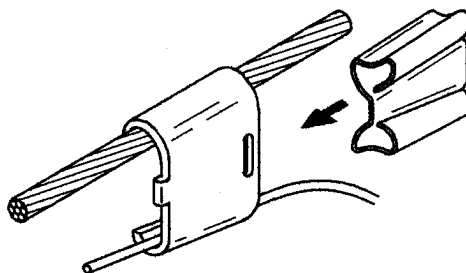
4-OS DIÂMETROS NOMINAIS PARA OS CABOS MULTIPLEXADOS DE COBRE SE REFEREM A MÉDIA ARITMÉTICA DOS DIÂMETROS APRESENTADOS NA TABELA 1 DA ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA- SS Nº 99.313- CABOS DE COBRE MULTIPLEXADOS, AUTO-SUSTENTADO E ISOLADOS EM XLPE-0,6/1KV (ELABORADA POR DPSD/DVPP e DPSD/DVMD)

DADOS CELESC:									
REDE	CÓDIGO DE COR	CÓDIGO CELESC (NOVO)	CÓDIGO CELESC	SOMA		PRINCIPAL		DERIVAÇÃO	
				MAX.	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
TIPO I	CINZA	6383	7274033	14,01	11,19	8,12	3,17	7,42	3,17
TIPO II	VERDE	6382	7274025	11,18	9,51	8,12	3,17	5,21	3,17
TIPO III	VERMELHO	6381	7274017	9,50	7,68	6,55	2,54	4,65	1,27
TIPO IV	AZUL	6380	7274009	7,67	6,21	6,55	2,54	4,65	1,27
TIPO V	AMARELO	6384	7274041	6,20	4,70	4,93	2,54	4,65	1,27
TIPO VI	AZUL BRANCO	6388	7274084	18,72	16,79	10,61	8,01	9,36	6,54
TIPO VII	BRANCO VERMELHO	6385	7274050	16,78	14,02	10,11	4,68	8,30	4,68
TIPO VIII	BRANCO VERDE	15411	7274173	20,22	18,73	10,11	8,01	10,11	8,01
TIPO A	VIOLETA	6387	7274076	10,95	9,10	9,36	5,60	5,10	1,74
TIPO B	LARANJA	6386	7274068	13,11	10,95	9,36	6,20	5,10	1,74
TIPO C	MARROM	6389	7274092	14,75	13,11	12,74	8,20	5,10	1,74
TIPO J	MARROM AZUL	16320	7274220	13,11	10,95	11,10	9,34	5,10	1,74

7.2. Desenho O-02 - Conector Cunha de Cobre Estanhado



DESENHO ORIENTATIVO

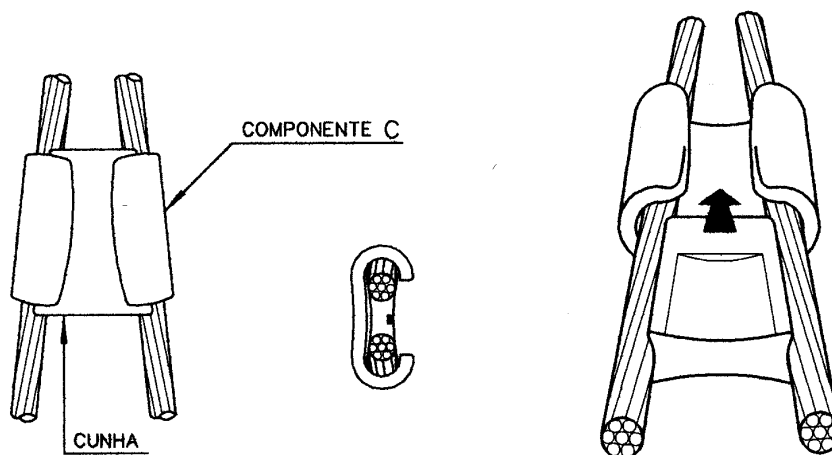


minima

MATERIA PRIMA: Liga de cobre estanhado com camada média de $12\mu\text{m}$ e mínima de $8\mu\text{m}$ ou liga de cobre revestida com uma camada mínima na base de $1,5\mu\text{m}$ de Ni sobreposto com uma camada mínima de $3,0\mu\text{m}$ de estanho.
O componente C e a cunha devem ser estampados ou produzidos por outro processo de fabricação que atenda os requisitos técnicos especificados (ensaios de tipo).

IDENTIFICAÇÃO: Deve ser estampado no corpo do conector de forma legível e indelével, mínimo:
-Nome ou marca do fabricante.
-Tipo de conector .
-Código de cor e bitola dos condutores marcado na embalagem individualmente.

7.3. Desenho O-03 - Conector Cunha de Cobre



TABELA

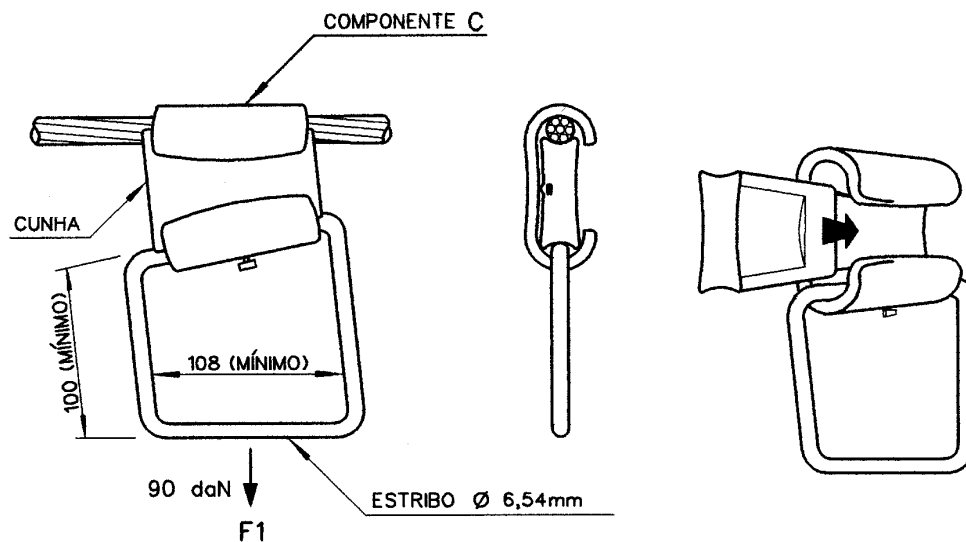
REDE RAMAL (mm ²)	CÓDIGO COR VERMELHA				CÓDIGO COR BRANCA			CÓDIGO COR AZUL	
	16	25	35	50	70	95	120	150	185
16	6805	6805	6806	6806	6807	6808	6809	—	—
25		6786	6806	6787	6788	6789	6790	15126	14135
35			6787	6787	6791	6793	6794	14133	14137
50				6795	6796	6797	6798	14136	14719
70					6799	6800	6801	14765	14863
95						6802	6803	14723	15164
120							6804	15165	15166
CARTUCHO ESPOLETA INTERNA	6534				6536			6535	
CARTUCHO ESPOLETA EXTERNA	6497				6493			6492	

MATERIA PRIMA: Liga de cobre .

IDENTIFICAÇÃO : Deve ser estampado no componente C e cunha de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Código de cor marcado na embalagem individual.
- Bitola do condutor aplicável .

7.4. Desenho O-04 - Adaptador Estribo Cunha



ITEM	CONECTOR			CARTUCHO	CÓDIGO CELESC
	CONECTORES AWG ou MCM Nº	ESTRIBO FIOS (mm ²)	SÉRIE COR	COR	
1	4 a 2	35	VERMELHA	VERMELHA	2188
2	1/0 a 2/0	35	AZUL	AZUL	2189
3	3/0 a 4/0	35			2190
4	336,4	50	AMARELA	AMARELA	2191
5		120			2192

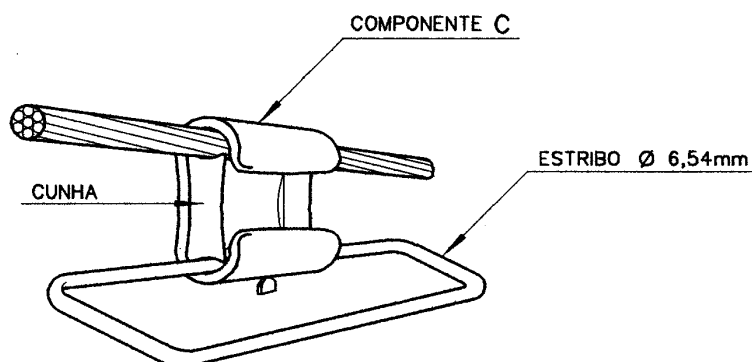
MATERIA PRIMA: Fio de cobre eletrolítico (têmpera dura).

REVESTIMENTO: Estanhado

IDENTIFICAÇÃO: Deve ser estampado no adaptador estribo de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Código de cor.
- Bitola do condutor a ser instalado .

7.5. Desenho O-05 - Adaptador Estribo Lateral de Cunha



ITEM	CONECTORES AWG ou MCM Nº	ESTRIBO FIOS (mm ²)	SÉRIE COR	CARTUCHO COR	CÓDIGO CELESC
1	4 a 2	35	VERMELHA	VERMELHA	2198
2	1/0 a 2/0	35	AZUL	AZUL	2199
3	3/0 a 4/0	35			2200
4	336,4	35			2201

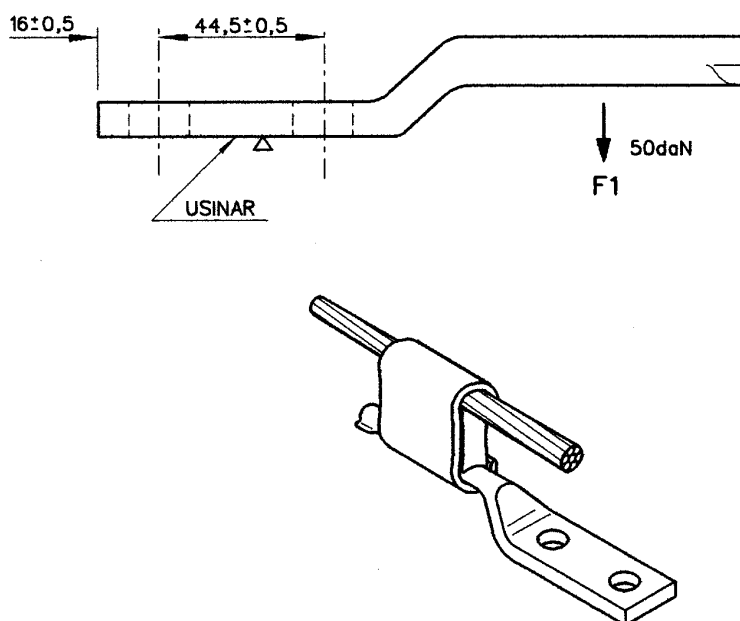
MATERIA PRIMA: Fio de cobre eletrolítico (têmpera dura).

REVESTIMENTO: Estanhado

IDENTIFICAÇÃO: Deve ser estampado no adaptador estribo, de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Código de cor.
- Bitola do condutor a ser instalado .

7.6. Desenho O-06 - Terminal para Chave Faca



TERMINAL		CONDUTOR (AWG)	CÓDIGO CONECTOR CUNHA	8. C O R	ESFORÇO DEFLEXÃO
CÓDIGO	EQUIVALENTE				
6894	4/0 Ø 13,26mm (± 0,3)	6	6409	AZUL	50daN
		4	6461		
		2	6407		
		1/0	6465		
		2/0	6464		
		3/0	6463		
		4/0	6460		
6895	336,4 Ø 16,91mm (± 0,3)	336,4	6449	AZUL	70daN
		477	17125		

Matéria-prima: Liga de alumínio

Acabamento: Usinado onde indicado

Identificação: Deve ser estampado no corpo do terminal de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Bitola do condutor equivalente ao terminal.
- Tipo do terminal.

7.7. Desenho O-07 - Luva de Emenda para Cabo CA

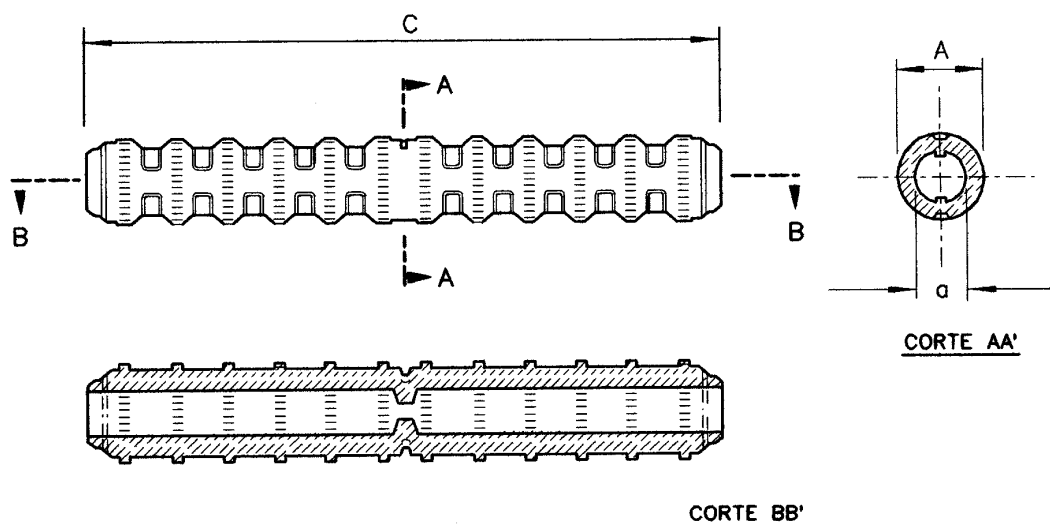


TABELA 1

ITEM	UTILIZAÇÃO CABOS CA (AWG/MCM)	ÍNDICE DA MATRIZ			RESISTÊNCIA MÍNIMA A TRAÇÃO (daN)	DIMENSÕES (mm)			AMPACIDADE (A)	CÓDIGO CELESC
		COMPRESSOR MECÂNICO 40kN	COMPRESSOR HIDRÁULICO 120kN	COMPRESSOR HIDRÁULICO 600kN		A	a	C		
1	4	162	162	—	371	10±0,5	6,1±0,2	67±10	90	6720
2	2	193	193	—	569	13±0,5	8,2±0,3	98±10	120	6721
3	1/0	243	243	—	834	16±0,5	9,9±0,4	184±20	160	6722
4	2/0	245	245	—	1055	18±0,5	11,5±0,4	234±20	185	6723
5	3/0	247	247	—	1277	19±0,5	12,7±0,4	184±20	215	6724
6	4/0	249	249	—	1611	22±0,5	14,5±0,5	266±30	250	6725
7	266,8	—	251	251	2033	24±1,0	15,9±0,5	219±20		6737
8	336,4	—	321	321	2586	27±1,0	17,9±0,5	251±30	335	6727
9	397,5	—	468	468	3003	30±1,0	19,3±0,5	310±30	365	6738

MATERIA PRIMA: Liga de alumínio com condutividade mínima de 57% IACS a 20°C.

IDENTIFICAÇÃO: Deve ser estampado no corpo da luva, de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Faixa de bitola aplicável com indicação CA.
- Índice da matriz e n de compressão com indicação dos locais a serem comprimidos.

7.8. Desenho O-08 - Luva de Emenda para Cabo CAA

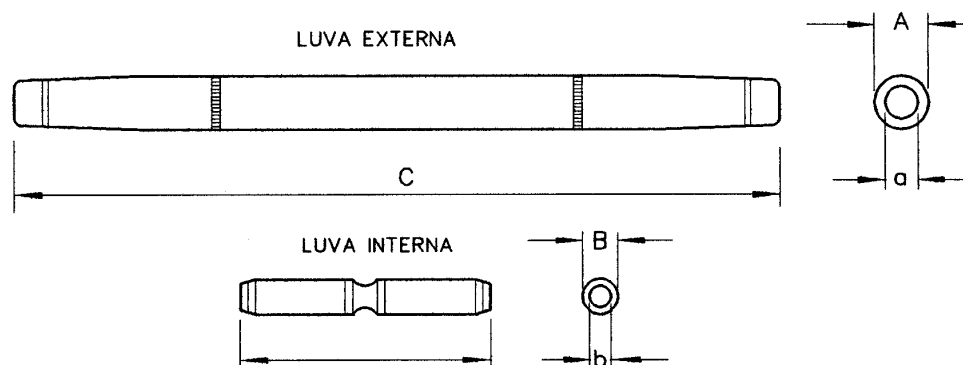


TABELA 1

ITEM	UTILIZAÇÃO	ÍNDICE DA MATRIZ						RESISTÊNCIA MÍNIMA A TRAÇÃO (daN)	AMPACIDADE (A)	CÓDIGO CELESC
	CABOS CA (AWG/MCM)	COMPRESSOR MECÂNICO 40kN		COMPRESSOR HIDRÁULICO 120kN		COMPRESSOR HIDRÁULICO 600kN				
		LUVA INTERNA	LUVA EXTERNA	LUVA INTERNA	LUVA EXTERNA	LUVA INTERNA	LUVA EXTERNA			
1	4	236	237	236	237	—	—	743	116	6706
2	2	238	239	238	239	—	—	1130	155	6707
3	1/0	242	243	242	243	—	—	1732	207	6708
4	2/0	242	245	242	245	—	—	2132	239	6709
5	3/0	248	247	248	247	248	247	2658	275	6710
6	4/0	248	249	248	249	248	249	3353	320	6711
7	266,8	—	—	250	251	250	251	4496	369	6712
8	336,4	—	—	252	316	252	316	5615	426	6713
9	397,5	—	—	253	317	253	317	6450	472	6714

TABELA 2

ITEM	DIMENSÕES (mm)					
	A	a	B	b	C	c
1	10 ± 0,5	7,0 ± 0,5	5,5 ± 0,5	2,5 ± 0,3	310 ± 20	105 ± 10
2	13 ± 0,5	8,8 ± 0,5	7,1 ± 0,5	3,4 ± 0,3	370 ± 20	112 ± 10
3	16 ± 0,5	10,9 ± 0,5	8,7 ± 0,5	4,0 ± 0,3	430 ± 30	120 ± 10
4	18 ± 1,0	12,1 ± 0,5	9,5 ± 0,5	4,4 ± 0,3	450 ± 30	132 ± 10
5	20 ± 1,0	13,5 ± 0,5	10,7 ± 0,5	4,9 ± 0,3	450 ± 30	133 ± 10
6	22 ± 1,0	15,0 ± 1,0	11,9 ± 0,5	5,5 ± 0,5	480 ± 30	130 ± 10
7	25 ± 1,0	17,3 ± 1,0	13,5 ± 0,5	7,0 ± 0,5	500 ± 40	150 ± 15
8	27 ± 1,0	20,0 ± 1,0	15,1 ± 1,0	7,8 ± 0,5	565 ± 40	172 ± 15
9	32 ± 1,0	21,4 ± 1,0	16,2 ± 1,0	8,2 ± 0,5	650 ± 40	160 ± 15

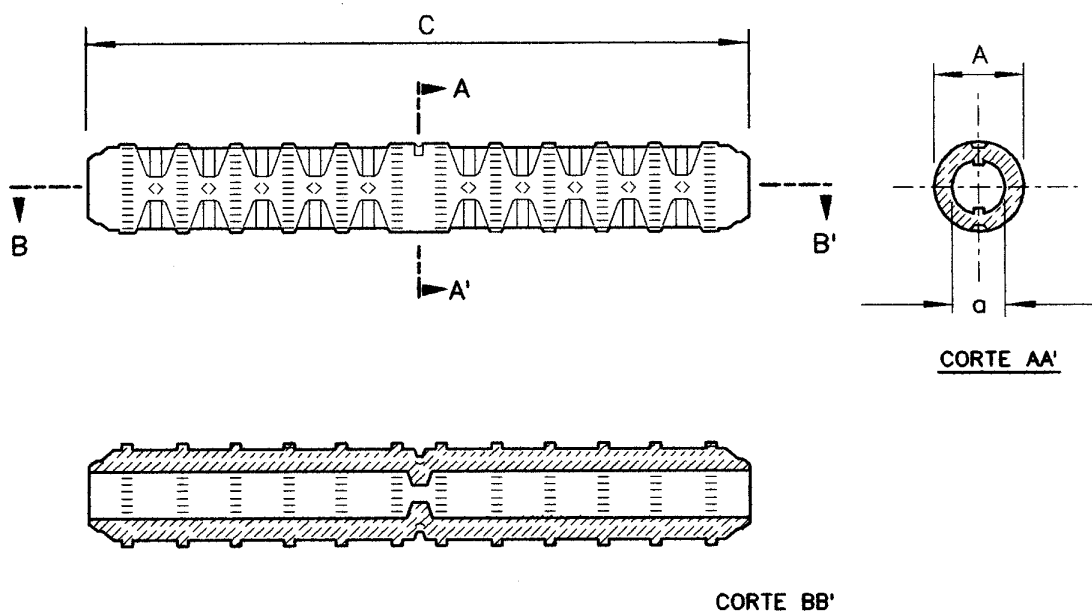
MATERIA PRIMA: Luva externa- Liga de alumínio com condutividade mínima de 57% IACS a 20°C.

Luva interna- Aço carbono zincado conforme NBR 8158 ou aço inoxidável.

IDENTIFICAÇÃO: Deve ser estampado no corpo da luva, de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Faixa de bitola aplicável com indicação CAA.
- Índice da matriz e nº de compressão com indicação dos locais a serem comprimidos.

7.9. Desenho O-09 - Luva de Emenda para Condutor de Cobre



TABELA

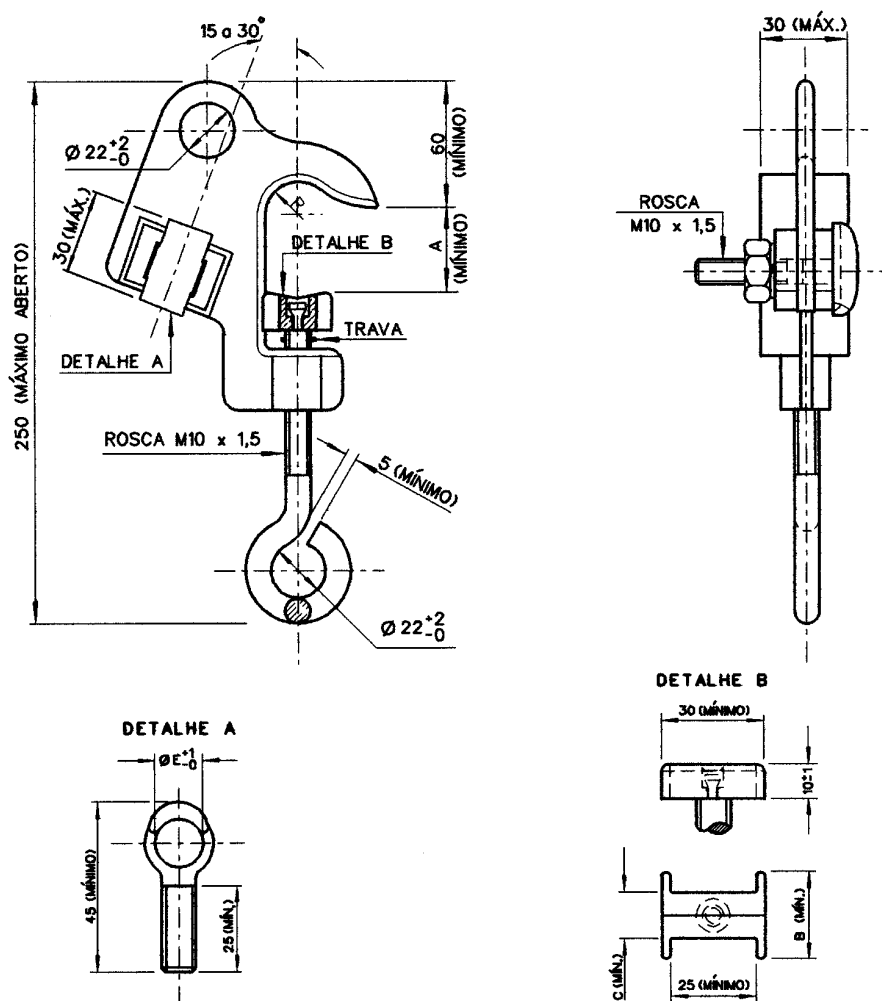
ITEM	UTILIZAÇÃO CONDUTORES DE COBRE (mm)	ÍNDICE DA MATRIZ			RESISTÊNCIA MÍNIMA A TRAÇÃO (daN)	AMPACIDADE (A)	DIMENSÕES (mm)			CÓDIGO CELESC
		COMPRESSOR MECÂNICO 40kN	COMPRESSOR HIDRÁULICO 120kN	COMPRESSOR HIDRÁULICO 600kN			A	a	C	
1	16	161	161	—	390	114	8,1 ± 0,5	4,8 ± 0,3	67 ± 10	6730
2	25	162	162	—	611	152	10,1 ± 0,5	6,5 ± 0,3	67 ± 10	6731
3	35	163	163	—	913	203	12,3 ± 0,5	8,1 ± 0,3	102 ± 10	6732
4	50	165	165	165	1431	269	15,9 ± 0,5	10,3 ± 0,3	146 ± 20	6733
5	70	166	166	166	1780	314	18 ± 0,5	11,5 ± 0,3	168 ± 20	6734
6	95	—	167	167	2244	365	19 ± 0,5	12,7 ± 0,3	180 ± 20	6735
7	120	—	168	168	2788	419	22,5 ± 0,5	14,8 ± 0,3	196 ± 20	6736

MATERIA PRIMA: Liga de cobre com condutividade mínima de 96% IACS a 20°C.

IDENTIFICAÇÃO: Deve ser estampado no corpo da luva, de forma legível e indelével, no mínimo:

- Nome ou marca do fabricante.
- Faixa de bitola aplicável, com indicação Cu.
- Índice da matriz e nº de compressão com indicação dos locais a serem comprimidos.

7.10. Desenho O-10 - Conector Derivação para Linha Viva



PARA USO EM CONDUTORES CA • CAA															
ITEM	CONDUTORES (AWG/mm)				DIMENSÕES (mm)						TORQUE MÍN. (daN x m) TRONCO (OLHAL) DERIVAÇÃO		RESISTÊNCIA MÍNIMO AO ESCORREGA- MENTO (daN)	AMPACIDADE MÁXIMA (A)	CÓDIGO CELESC
	TRONCO		DERIVAÇÃO		A	B	C	D	R ±0,5	E +1 -0	SENTIDO ABERTO OU DESAPERTO	PORÇA			
	MÍN.	MÁX.	MÍN.	MÁX.											
1	4	250	4	4/0	27	17	10	2	8	14	2,2	2,3	90	314	6778
2	2	477	4	4/0	32	25	15	3	10	14	2,2	2,3	90	314	6779
PARA USO EM CONDUTORES DE COBRE															
3	16	120	10	70	27	17	10	2	8	11	2,2	2,3	90	314	6774

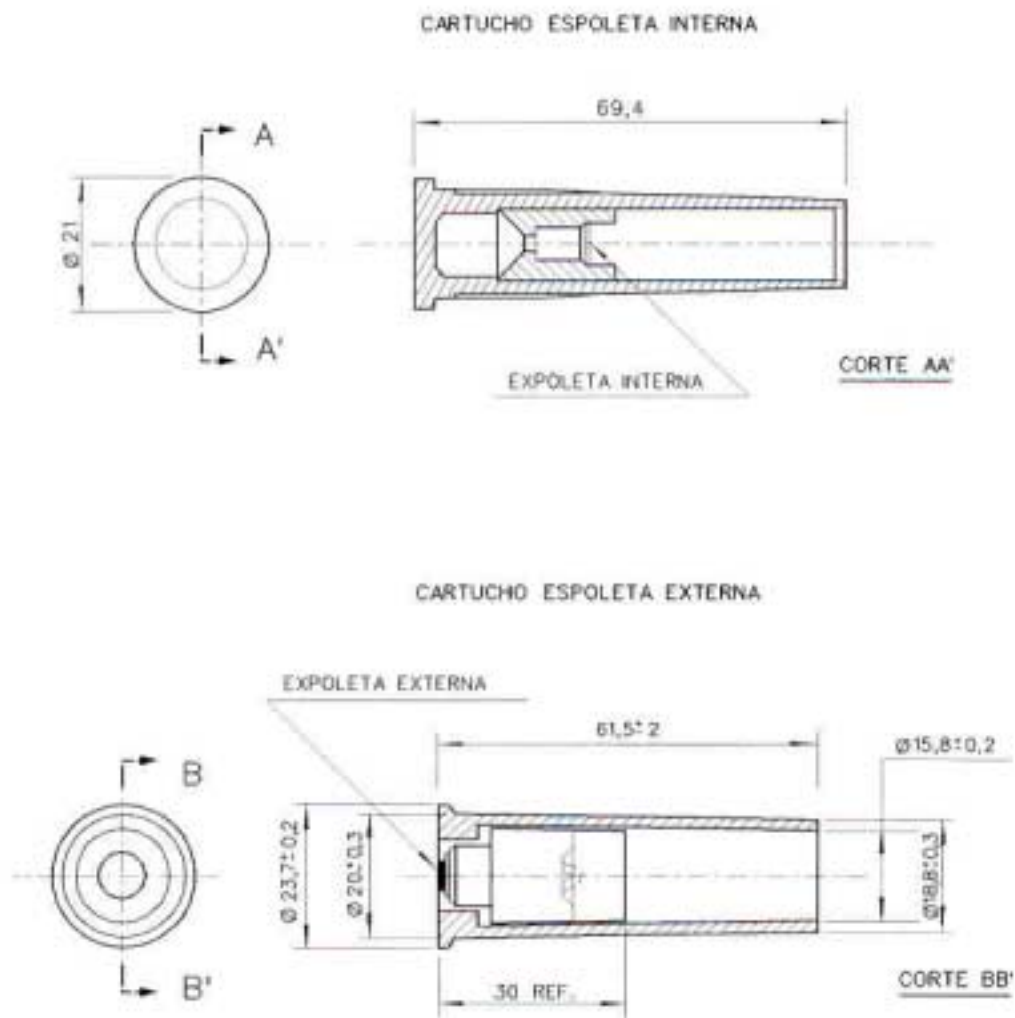
MATERIA PRIMA

Para condutor cobre: Corpo, sela e conector olhal liga de cobre (mín. 85% cobre e máx. 5% Zn) estanhado .
Parafuso olhal, porca e arruela de pressão bronze-silício.

Para condutor alumínio: Corpo, sela e conector olhal liga de alumínio com tratamento antioxiado ou liga cobre (mín. 85% cobre e máx. 5% Zn) estanhado .

Identificação: Deve ser estampado de forma legível e indelével a marca do fabricante e faixa de bitola aplicável .

7.11. Desenho O-11 - Cartucho para Ferramenta de Impacto com Espoleta Interna e Externa



Cor	Vermelho	Branco	Azul	Amarelo
Cartucho				
Espoleta interna*	6534	6536	6535	6471
Espoleta externa*	6497	6493	6492	6491
Metálico	17031	-	17032	19660

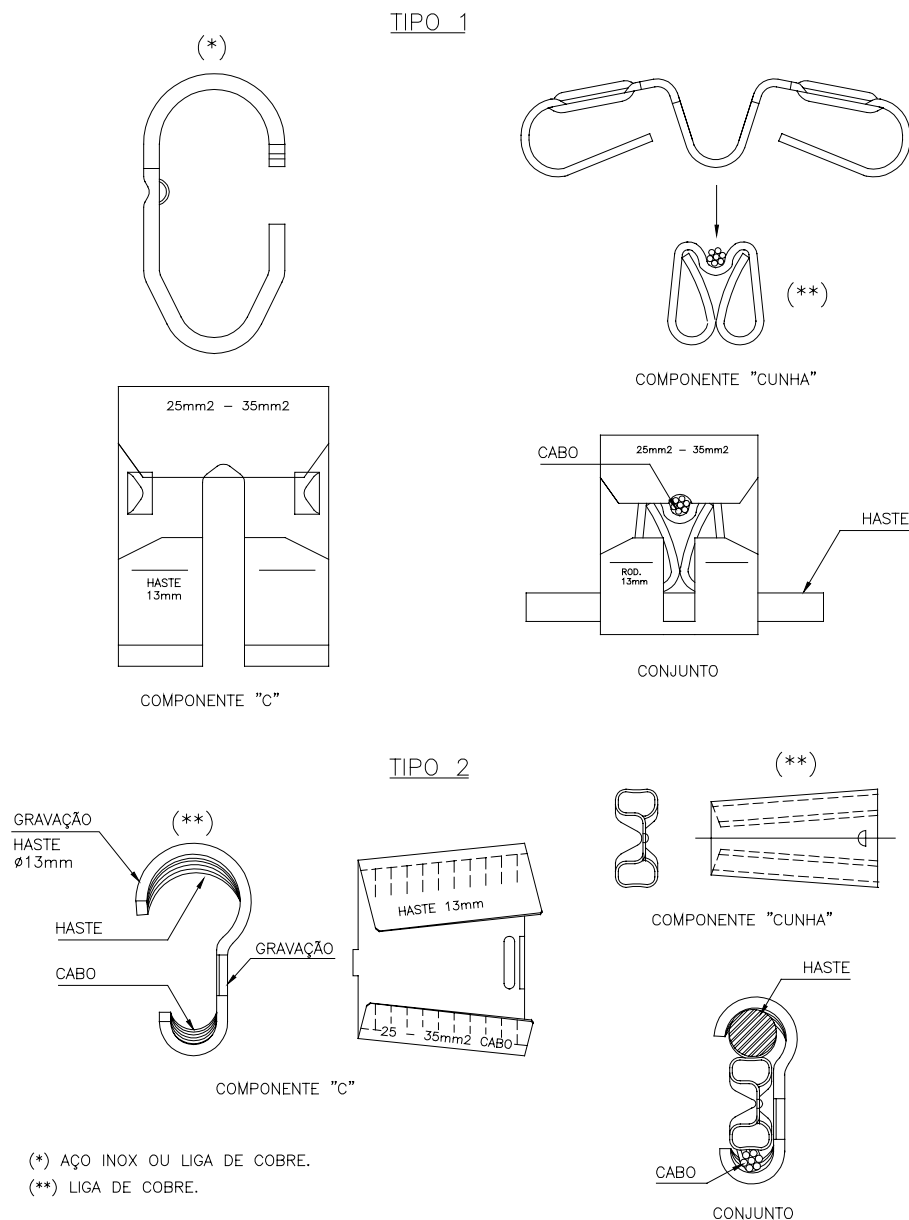
* Matéria-prima: Corpo - plástico
Espoleta - latão

7.12. Desenho O-12 – Conectores para Haste de Aterramento (orientativo)

Aplicação:

Cabos de cobre 25 a 35mm² x haste → 13mm

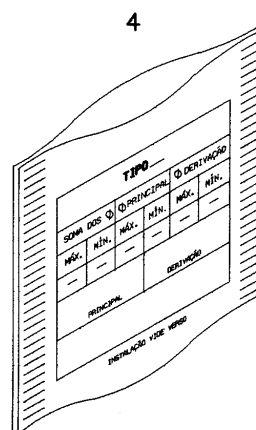
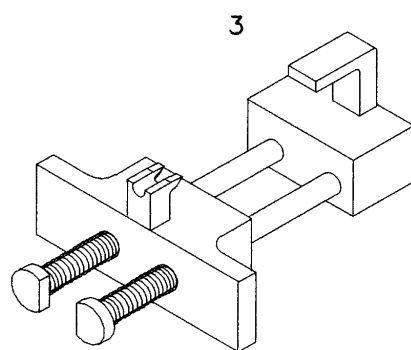
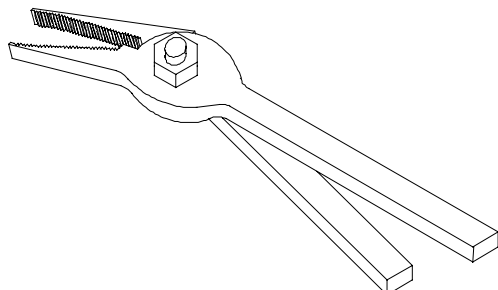
Cabos de aço zincado de 6,34mm haste 13mm



Haste →	Cabo	Conector
13mm	25 a 35 mm ² (Cobre)	21755
13mm	6,34 mm (Aço zincado)	21818

Obs.: Os componentes em liga de cobre devem ser estanhados no conector 21818.

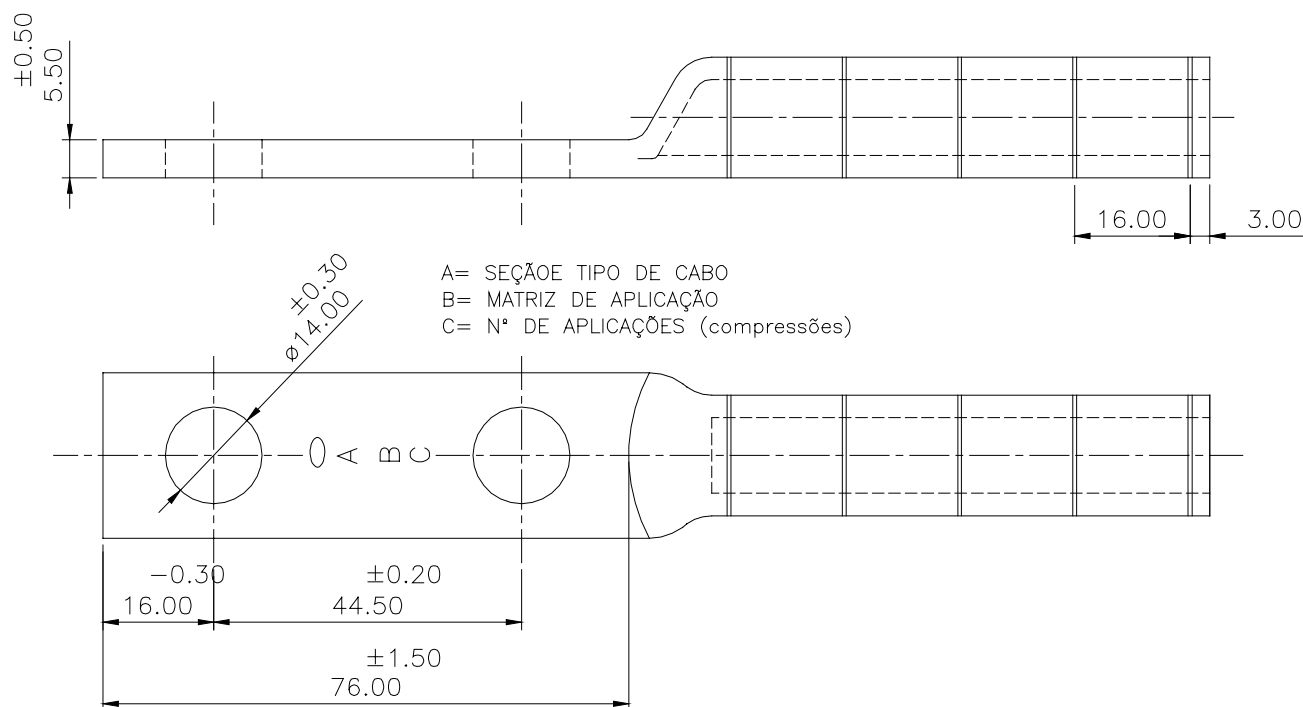
7.13. Desenho O-13 - Acessórios de Conectores



MATERIAS PRIMA

- 1-Capa: Polietileno moldado cor preta, protegido contra UV. Demais características técnicas conforme sub inciso 5.2.1.2 letra d.
- 2-Alicate bomba d'água: Aço cromo vanádio, cromado 12".
- 3-Extrator: Aço-liga.
- 4-Embalagem: Filme de polietileno transparente, espessura=0,10mm com identificação do tipo e faixa de utilização. Um lado da embalagem, deverá ser confeccionada na cor de código do conector.

7.14. Desenho O-14 – Terminal à Compressão – Furação NEMA (Orientativo)

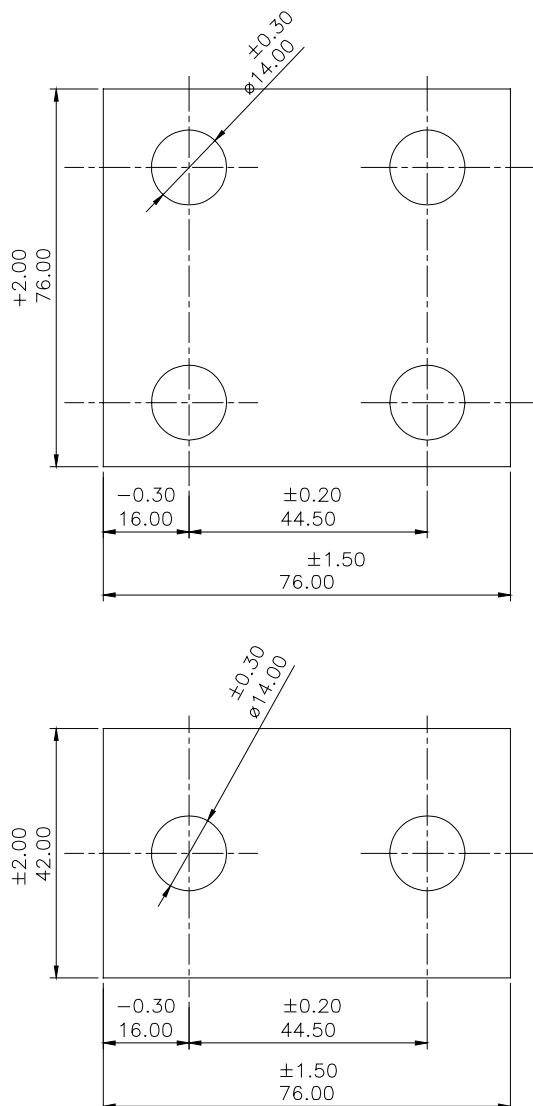


Condutibilidade: 60 ± 2 IACS

Material: Alumínio

Cabo de Alumínio Compactado (mm²)	Código
35	22256
50	22257
70	22258
120	22259

7.15. Desenho O-15- Placa Bimetálica de Acoplamento CU/AL



Espessura: $1,10 \pm 0,5$ mm

Material: Alumínio vergalhão 1350 e
Cobre eletrolítico

Placa Bimetálica de acoplamento	Código
2 furos	7760
4 furos	7759

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0041	CRUZETAS DE AÇO TUBULAR	1/14

1. FINALIDADE

Fixar os desenhos padrões e as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de cruzetas de aço tubular a serem utilizadas no Sistema de Distribuição de Energia Elétrica da Celesc.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria Técnica, Agências Regionais, fabricantes, fornecedores de materiais e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Não há.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

4.1. Aço Tubular

Aço estrutural em forma de tubo, seção quadrada, com costura em cordão de solda em uma das faces.

4.2. Furos

São as passagens vazadas entre as faces paralelas da cruzeta e que servem para fixação de ferragens e acessórios.

4.3. Resistência Nominal - RN

Carga que a cruzeta pode suportar sem sofrer deformações permanentes; deve ser considerada como uma força contida no plano de aplicação dos esforços, passando pelo eixo da cruzeta.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Condições Gerais

Quanto às exigências para a cruzeta de aço tubular prevalecerá, respectivamente, o estabelecido:

- a) nesta Especificação;
- b) nas normas da ABNT.

5.1.1. Acabamento

A cruzeta de aço tubular deve ter superfícies lisas e uniformes, sem pontas, rebarbas e defeitos no revestimento. Os furos devem ser escareados e concordantes nas faces opostas da peça.

5.1.2. Identificação

A cruzeta de aço tubular deve apresentar, em pelo menos uma das faces, de forma legível e indelével, o nome ou a marca do fabricante e a data de fabricação (mês e ano).

5.1.3. Dimensões

As dimensões são referidas em milímetros e indicadas nos desenhos padronizados nos anexos desta Especificação. Nos casos omissos consultar a Celesc.

5.1.4. Solda

O tubo de seção quadrada deve ter cordão de solda uniforme e contínuo, obtido por processo em atmosfera controlada, não sendo permitido que a costura do tubo seja obtida por processos manuais ou o uso de varetas de solda. O reforço nas extremidades da cruzeta poderão ser executados pelos métodos de deposição manual, os cordões assim executados devem ser contínuos e a escória gerada no processo deve ser totalmente removida antes da galvanização, não sendo permitido o uso de solda branca ou soldagem pontual.

5.2. Condições Específicas

5.2.1. Materiais

O tubo de seção quadrada deve ser em aço 1010/1020, costurado por solda em atmosfera controlada.

5.2.2. Revestimento

A cruzeta deve ser galvanizada em sua totalidade por imersão a quente em zinco fundido. A zincagem das peças deve atender as seguintes condições:

- a) a zincagem deve ser executada, conforme a NBR 6323;
- b) a zincagem deve ser realizada após a completa fabricação das peças, suas perfurações e marcações;
- c) na execução do processo de galvanização, não se admite dupla imersão, situação em que a peça a ser tratada é maior do que a cuba de banho e o processo se realiza em duas etapas;
- d) a massa e a espessura da camada de zinco deve atender ao especificado no subinciso 5.2.2.2. desta Especificação
- e) as peças após galvanização devem estar isentas de áreas não revestidas ou com baixa aderência da camada.

5.2.2.1. Composição Química do Zinco

O zinco deve ser do tipo primário comum, conforme a NBR 5996. O teor de pureza mínimo é de 98% e o máximo de alumínio presente não deve exceder 0,01%.

5.2.2.2. Espessura da Camada de Zinco

A espessura média mínima da camada de zinco deve ser de 100 micra (700g/m^2) e mínima no ponto de medição de 86 micra (600g/m^2).

5.2.2.3. Uniformidade da Camada de Zinco

O revestimento de zinco deve ser contínuo e uniforme e será verificado, através de processo não destrutivo, com a utilização de instrumentos medidores de espessura de camada de galvanização.

5.2.2.4. Aderência da Camada de Zinco

A galvanização só deve ser executada após a completa fabricação da peça, suas perfurações, reforços, marcações e acabamentos. A camada de zinco deve ser rigidamente aderida à superfície da cruzeta. A remoção do excesso de zinco, após o banho da peça, deve ser feita sem que prejudique a espessura mínima exigível no subinciso 5.2.2.2. desta Especificação. A aderência da camada de zinco será verificada na inspeção de recebimento, através do dispositivo martelo basculante, conforme definido na NBR 7398/90.

5.2.3. Resistência Mecânica

A cruzeta, completamente montada para a finalidade a que se destina, deve resistir aos esforços mecânicos previstos nos desenhos padrões nos anexos desta Especificação.

5.2.4. Embalagem

As cruzetas, após aprovadas na inspeção de rotina do fabricante, deverão ser embaladas conforme Anexo 7.3. desta Especificação

As peças devem ser acomodadas de modo que as furações fiquem coincidentes.

Devem ser formadas 7 camadas com 7 peças cada, totalizando 49 peças por embalagem unitizada.

5.3. Inspeção e Ensaio

5.3.1. Generalidades

As cruzetas de aço tubular devem ser submetidos à inspeção e ensaios nas instalações do fabricante, na presença do inspetor da Celesc, de acordo com esta Especificação e as normas técnicas referendadas no subitem 6.1. desta Especificação.

Ao inspetor da Celesc deve ser propiciado livre acesso às dependências onde são fabricados e ensaiados os materiais, bem como devem ser prestadas todas e quaisquer informações que o mesmo julgar necessárias.

O fabricante deve possuir ainda, equipamentos de qualidade comprovada que possibilitem a realização dos ensaios.

As despesas para realização das inspeções e ensaios, sejam com pessoal ou com materiais, correm integralmente por conta do fabricante, devendo este informar à Celesc a data para a realização da inspeção e ensaio, no mínimo com 10 dias de antecedência.

Para análise e aceitação ou rejeição de um lote, deve-se inspecionar as peças segundo a categoria de inspeção. Detectado um defeito, este terá uma graduação (crítico, grave, tolerável). Em seguida, a peça é classificada em boa ou defeituosa (crítica, grave, tolerável). Consultando-se o critério de aceitação e rejeição das tabelas 1 e 2 do subitem 5.7., o lote deve ser aceito ou rejeitado.

5.4. Inspeção de Recebimento

A inspeção de recebimento verificará se os materiais estão de acordo com o estabelecido nas condições gerais desta Especificação, compreendendo 3 fases:

5.4.1. Inspeção Geral

Compreende a análise visual dos aspectos de:

- a) acabamento;
- b) identificação;
- c) soldagem;
- d) revestimento;
- e) embalagem.

5.4.2. Inspeção Dimensional

Compreende a análise dos aspectos:

- a) dimensões;
- b) tolerâncias.

5.4.3. Ensaaios

Os ensaios nas cruzetas serão realizados somente após aprovados no processo de inspeção.

Os ensaios se subdividem em rotina e recebimento e têm por função verificar as condições específicas estabelecidas no subitem 5.2. desta Especificação.

Nos ensaios de tração, aplicada a carga, devem obedecer aos esquemas padronizados nos desenhos padrões nos anexos desta Especificação.

Após a remoção da carga não deve ser constatada deformação permanente, trinca ou ruptura da peça. O valor da flecha residual está indicado nos desenhos.

5.5. Ensaaios Especiais

Mediante solicitação explícita na ordem de compra, podem ser executados ensaios especiais de acordo com as normas ASTM para verificação da qualidade do material, através de técnicas como radiografia, ultra-som, líquido penetrante, partículas magnéticas, análise química ou metalográfica. As peças zincadas, ensaiadas em câmara de névoa salina, conforme a NBR 6149, instaladas como em serviço normal, devem suportar um mínimo de 168 horas sem que ocorram manchas ou pontos de corrosão visíveis a olho nu.

5.6. Inspeção de Rotina

Antes de apresentar os materiais para inspeção e ensaios de recebimento pela Celesc, o fabricante deve regulamentar e executar o controle de qualidade de fabricação, durante e no término da produção.

Os ensaios de rotina a serem realizados pelo fabricante são os mesmos relacionados no subitem 5.4. desta Especificação, complementado com a alínea a seguir:

- a) composição química do zinco.

Observação:

Cópia dos relatórios dos ensaios de rotina poderão ser solicitados pelo inspetor, durante a etapa de inspeção do material.

5.7. Formação da Amostra

**Tabela 1 - Critério de Aceitação para Inspeção Geral e Dimensional
(acabamento, identificação e dimensões)**

NÍVEL DE INSPEÇÃO 1

LOTE	NQA 1,5 % crítico			NQA 4% grave			NQA 10% tolerável		
	amostra	Ac	Re	amostra	Ac	Re	amostra	Ac	Re
até 90	8	0	1	3	0	1	5	1	2
91 a 150	8	0	1	13	1	2	8	2	3
151 a 280	8	0	1	13	1	2	13	3	4
281 a 500	32	1	2	20	2	3	20	5	6
501 a 1200	32	1	2	32	3	4	32	7	8
1201 a 3200	50	2	3	50	5	6	50	10	11
3201 a 10000	80	3	4	80	7	8	80	14	15

**Tabela 2 - Critério de Aceitação para Ensaios
(mecânico, galvanização)**

NÍVEL DE INSPEÇÃO S3

LOTE	NQA 1,5% crítico			NQA 4,0% aceitável		
	amostra	Ac	Re	amostra	Ac	Re
até 150	8	0	1	3	0	1
151 a 280	8	0	1	13	1	2
281 a 500	8	0	1	13	1	2
501 a 1200	8	0	1	13	1	2
1201 a 3200	8	0	1	13	1	2
3201 a 10000	32	1	2	20	2	3

Notas:

Cada lote consiste de todos os materiais completamente montados, de mesmas características,

apresentados para inspeção e ensaios.

Ac = Número de aceitação - número máximo de peças defeituosas para aceitar o lote

Re = Número de rejeição - número mínimo de peças defeituosas para recusar o lote

Nos ensaios de recebimento utilizar para:

- a) ensaios mecânicos - NQA 1,5%;
- b) ensaios de zincagem - NQA 4%.

5.8. Aceitação e Rejeição

Os critérios para aceitação e rejeição são os indicados nas Tabelas 1 e 2 do subitem 5.7.

5.9. Classificação dos Defeitos

A seguir, estão classificados os tipos de defeitos que podem ser encontrados na realização da inspeção de recebimento:

5.9.1. Na Inspeção Geral

- a) acabamento: inspeção visual e, sendo detectadas falhas do tipo:
 - rebarbas excessivas - defeito tolerável
 - cruzeta ondulada no comprimento - defeito grave
- b) identificação: inspeção visual e, sendo detectada falha de identificação tais como:
 - peça sem identificação - defeito crítico
 - peça com identificação ilegível - defeito grave
 - peça com identificação incompleta - defeito grave

- c) soldagem: inspeção visual de soldagem e, sendo detectadas falhas do tipo:
- peça com soldagem por pontos - defeito crítico
 - peça cujo cordão de solda apresenta escória residual - defeito grave
 - peça com cordão de solda incompleto - defeito crítico
- d) revestimento: inspeção visual do revestimento e, sendo detectadas falhas do tipo:
- áreas sem galvanização - defeito grave
 - borras ou inclusões excessivas - defeito tolerável
 - peça com galvanização sobre a escória residual - defeito grave
- e) embalagem: inspeção do produto acabado e, sendo detectadas falhas do tipo:
- peças embaladas sem orientação da furação - defeito tolerável
 - unitização com amarração em desacordo com o padrão - defeito grave
 - unitização sem o apoio de madeira - defeito grave

5.9.2. Na Inspeção Dimensional

5.9.2.1. Dimensões

Inspeção dimensional do produto acabado e, sendo detectadas falhas do tipo:

- a) espessura da chapa da cruzeta abaixo do mínimo especificado - defeito crítico;
- b) alinhamento das furações fora das tolerâncias especificadas - defeito grave;
- c) distâncias entre furações fora das tolerâncias estabelecidas - defeito grave;

- d) diâmetro dos furos abaixo do mínimo especificado - defeito crítico;
- e) diâmetro dos furos acima do máximo especificado - defeito grave;
- f) ausência de furos na peça em relação ao padrão estabelecido - defeito crítico;
- g) furos não passantes - defeito crítico.

5.9.3. Nos Ensaios de Galvanização

Ensaios de galvanização no produto acabado e, sendo detectadas falhas do tipo:

- a) espessura da camada abaixo dos limites mínimos estabelecidos - defeito grave;
- b) aderência da camada de galvanização insatisfatória - defeito grave.

5.9.4. Nos Ensaios de Resistência Mecânica

Ensaios de resistência mecânica no produto acabado e, sendo detectadas falhas do tipo:

- a) flecha com carga nominal acima do máximo especificado - defeito crítico;
- b) flecha com carga excepcional acima do máximo especificado - defeito crítico;
- c) ruptura da peça abaixo do valor mínimo especificado - defeito crítico;
- d) deformação permanente abaixo do valor da carga de ruptura - defeito crítico.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Referências

Na aplicação desta Especificação poderá ser necessário consultar:

NBR 05426/85 (NB0030901) - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimentos.

NBR 05427/85 (NB0030902) - Guia de utilização da norma 05426.

NBR 05996/84 (EB00302) - Produtos de zinco primário - Especificação.

NBR 06006/94 (NB00082) - Classificação por composição química de aços para construção mecânica - Procedimentos.

NBR 06323/90 (EB00344) - Aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Especificação.

NBR 07397/90 (MB00025I) - Produtos de aço e ferro fundido - Verificação do revestimento de zinco - Determinação da massa por unidade de área - Método de ensaio.

NBR 07398/90 (MB00025II) - Produtos de aço e ferro fundido - Verificação do revestimento de zinco - Verificação da aderência - Método de ensaio.

NBR 07399/90 (MB00025III) - Produtos de aço e ferro fundido - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio.

NBR 07400/90 (MB00025IV) - Produtos de aço e ferro fundido - Verificação do revestimento de zinco - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio.

ASTM E 709/95 - Standart guide for Magnetic particle examination - Practice for.

ASTM E 94/93 - Standart guide for Radiographic testing rec - Practice for.

ASTM E 16595 - Standart test method for Liquid penetrant inspection, rec - Practice for.

ASTM E 114/95 - Standart practice for Ultrasonic pulse-Echo straight-Beam examination by the contact method.

7. ANEXOS

7.1. Desenho Padrão R-02 Cruzeta de Aço Tubular 2000mm

7.2. Desenho Padrão R-02 Cruzeta de Aço Tubular 3000mm

7.3. Embalagem Cruzetas de Aço Tubular

7.1. Desenho Padrão R-02 Cruzeta de Aço Tubular 2000 mm

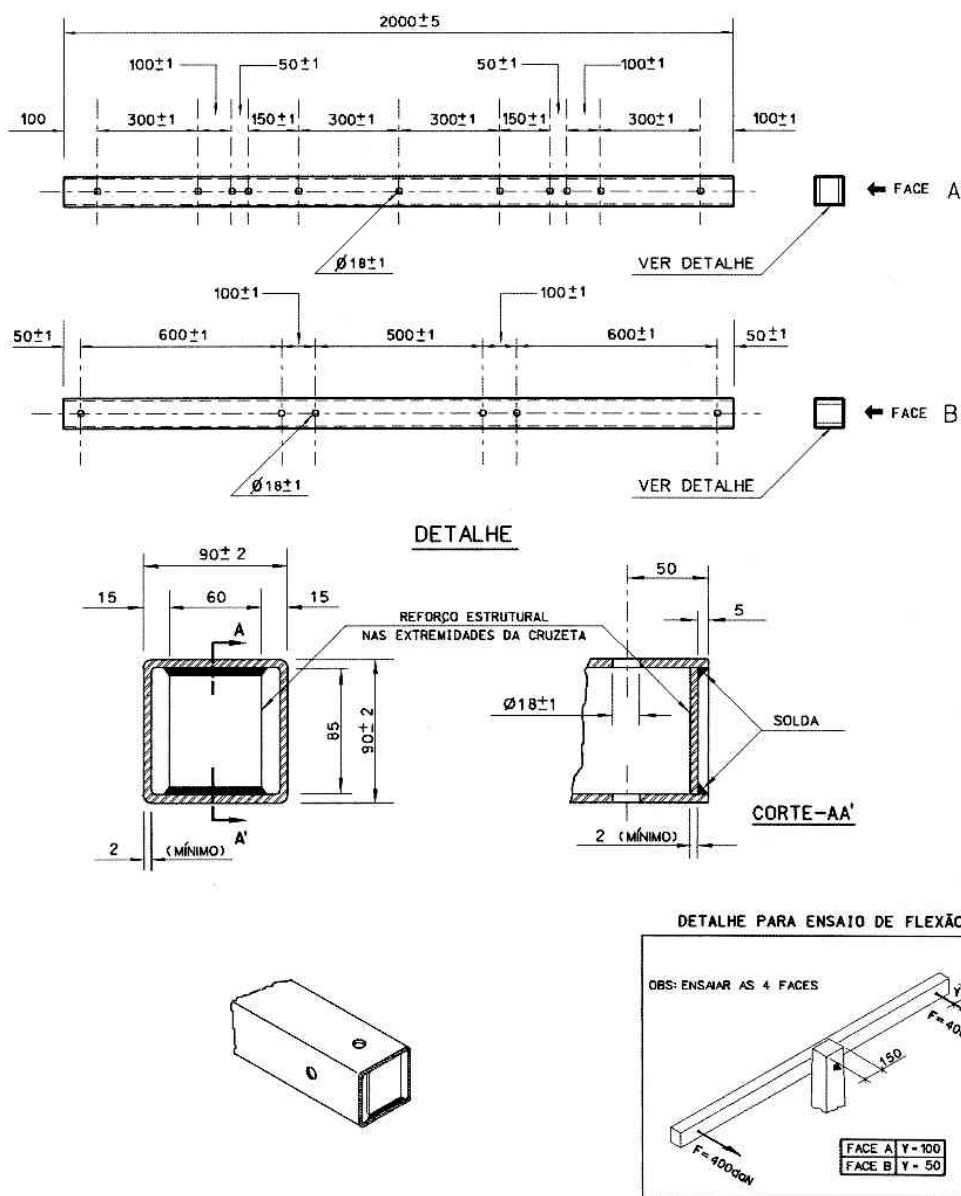


TABELA-1

COMPRIMENTO (mm)	RESISTÊNCIA A FLEXÃO-F-(daN)	FLECHA (mm)	OBSERVAÇÃO	CÓDIGO-CELESC
2000	400	10	OS VALORES INDICADOS P/ AS FLECHAS MÁXIMAS ADMISSÍVEIS REPRESENTAM A SOMA DOS VALORES MEDIDOS NAS EXTREMIDADES DA CRUZETA SOB ENSAIO	13600
	560	16		
	800 *	—		

* CARGA MÍNIMA DE DEFORMAÇÃO PERMANENTE

DIMENSÕES EM MM

7.2. Desenho Padrão R-02 Cruzeta de Aço Tubular 3000 mm

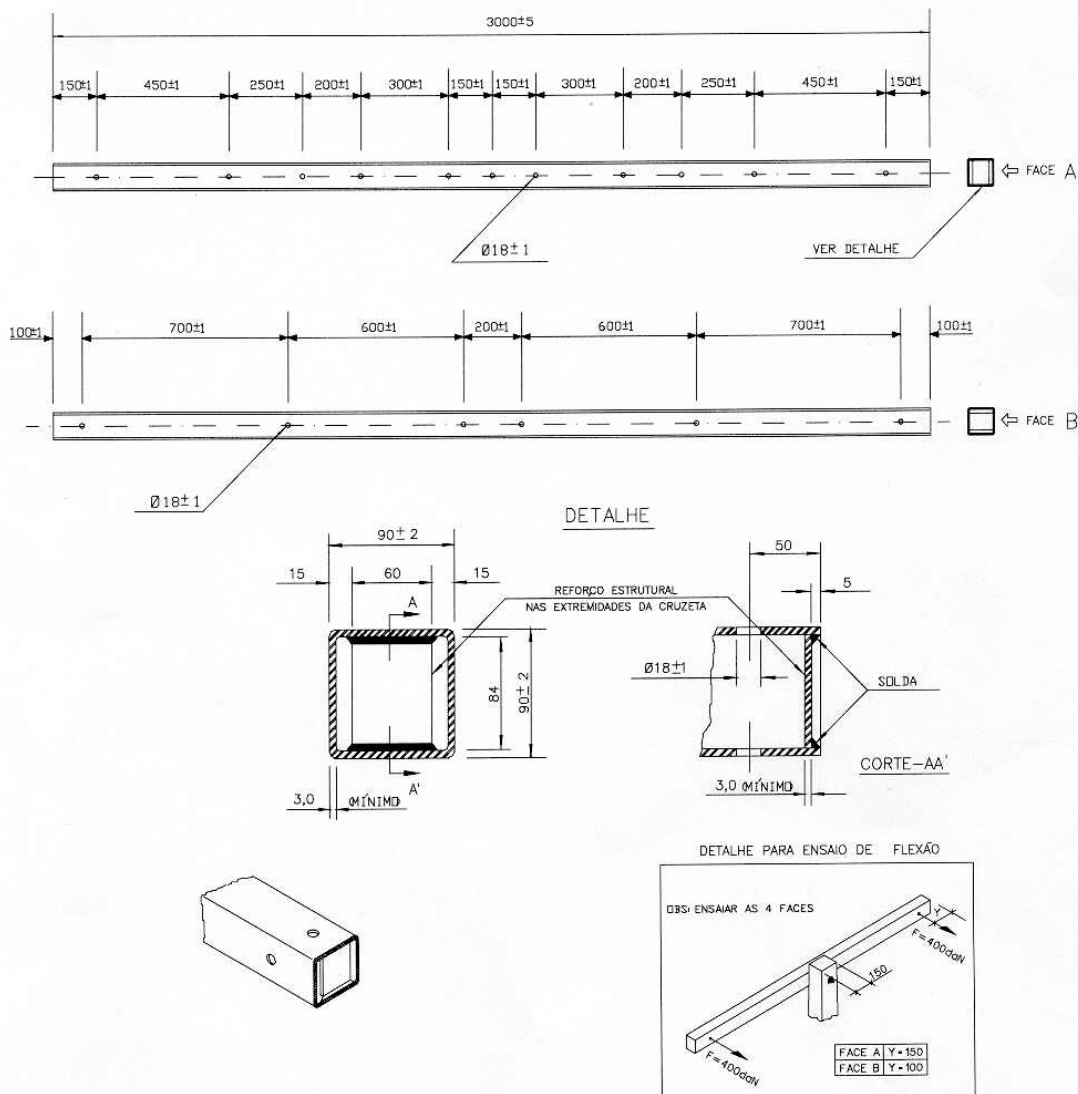


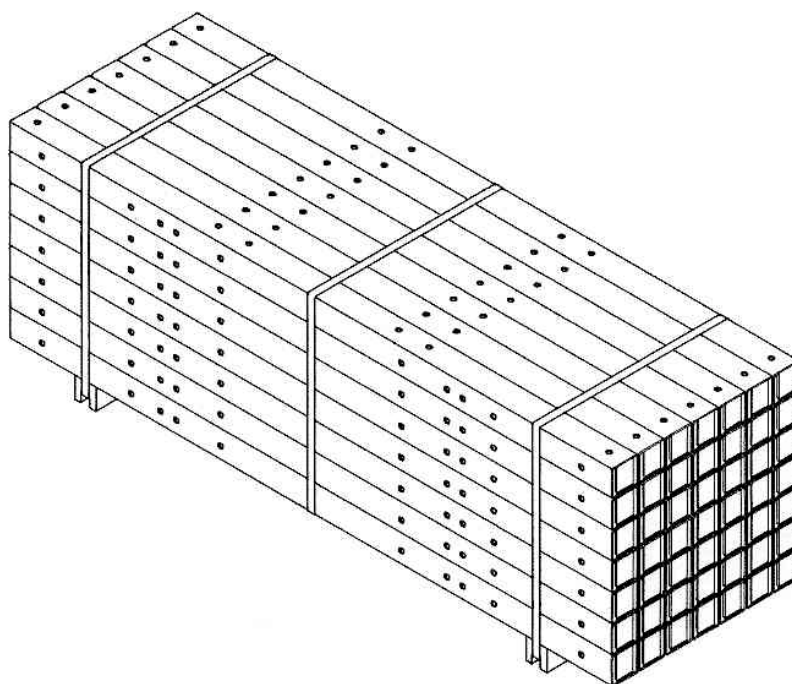
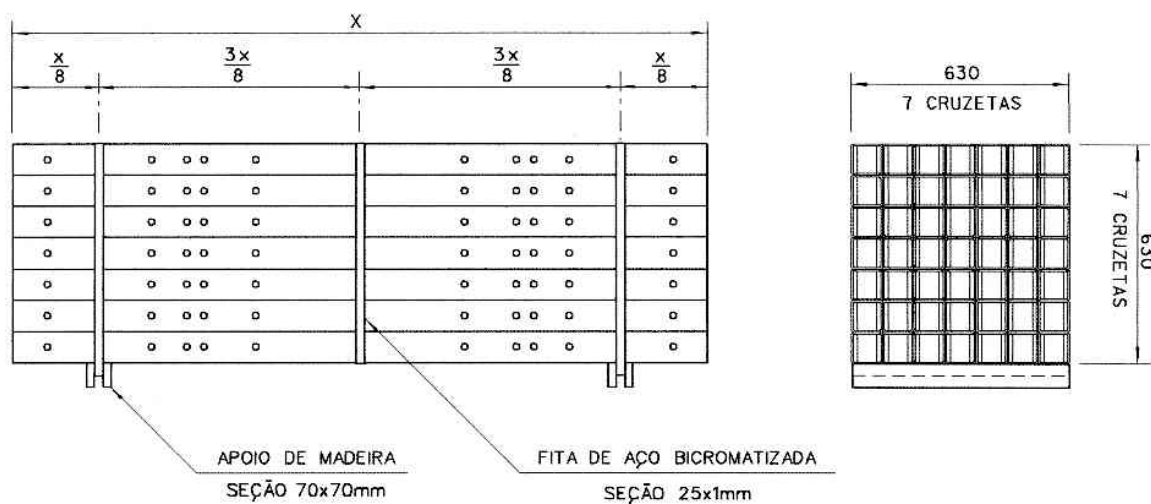
TABELA-1

COMPRIMENTO (mm)	RESISTÊNCIA A FLEXÃO-F--(daN)	FLECHA (mm)	OBSERVAÇÃO	CÓDIGO-CELESC
3000	400	10	OS VALORES INDICADOS P/ AS FLECHAS MÁXIMAS ADMISSÍVEIS REPRESENTAM A SOMA DOS VALORES MEDIDOS NAS EXTREMIDADES DA CRUZETA SOB ENSAIO	17879
	560	16		
	800 *	—		

* CARGA MÍNIMA DE DEFORMAÇÃO PERMANENTE

DIMENSÕES EM MM

7.3. Embalagem Cruzetas de Aço Tubular



OBS: DIMENSÕES EM MILÍMETROS

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DA DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO

E-313.0046

TÍTULO

ISOLADORES DE ANCORAGEM POLIMÉRICOS PARA REDES DE
DISTRIBUIÇÃO

FOLHA

1/23

1. FINALIDADE

Definir os requisitos mínimos exigíveis para a qualificação e para a aceitação dos isoladores compostos poliméricos do tipo bastão, para ancoragem de linhas e redes aéreas convencionais e compactas em espaçadores no Sistema de Distribuição da Celesc Distribuição S.A., nas tensões nominais de 23,1 kV e 34,5 kV.

O isolador especificado para a tensão nominal de 23,1 kV deverá ser usado nos sistemas com classe de tensão 15 kV.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos órgãos usuários e aos fornecedores dos materiais.

3. ASPECTOS LEGAIS

O material especificado neste documento tem como base as recomendações contidas na norma NBR 15122 – Isoladores-bastão composto polimérico para tensões acima de 1000 V.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Para fins desta Especificação são adotadas as definições da NBR 5456 e da NBR 5472 complementadas pelas definições abaixo:

4.1. Isolador Composto Polimérico

Isolador constituído de, pelo menos, duas partes isolantes denominadas de núcleo e revestimento e equipado com ferragens integrantes.

Nota:

Isoladores compostos, por exemplo, podem consistir ou de saias individuais montadas num núcleo, com ou sem camada intermediária ou, alternativamente, de um revestimento moldado diretamente ou fundido em uma ou mais peças sobre o núcleo.

4.2. Núcleo de um Isolador Composto Polimérico

Parte isolante interna de um isolador composto projetada para garantir as características mecânicas do isolador.

Nota:

O revestimento e as saias não fazem parte do núcleo.

4.3. Revestimento do Isolador Composto Polimérico

Parte isolante externa de isoladores compostos que assegura a distância de escoamento necessária e protege o núcleo das intempéries.

Nota:

Qualquer camada intermediária (camisa), feita de material isolante, pode ser considerada parte do revestimento.

4.4. Saia do Isolador Composto Polimérico

Parte isolante, que se projeta do corpo do isolador, destinada a aumentar a distância de escoamento. As saias podem ser com ou sem nervuras.

4.5. Distância de Escoamento

Menor distância, ou a soma das menores distâncias ao longo do contorno da superfície externa do isolador, entre duas partes condutivas que normalmente são submetidas à tensão de operação do sistema.

Notas:

1. A superfície de qualquer material de junção não isolante não deve ser considerada como formando parte da distância de escoamento.
2. Se uma cobertura de alta resistência for aplicada a seções da parte isolante do isolador, tais seções devem ser consideradas como superfícies efetivamente isolantes e a distância sobre elas deve ser somada na distância de escoamento.

4.6. Distância de Arco

A menor distância no ar, externa ao isolador, entre as ferragens integrantes metálicas que normalmente são submetidas à tensão de operação do sistema.

4.7. Interface

Superfície entre materiais diferentes.

Nota:

Várias interfaces ocorrem na maioria dos isoladores compostos, como por exemplo:

- a) entre o revestimento e as ferragens integrantes;
- b) entre várias partes do revestimento, isto é entre saias ou entre a camisa e as saias;
- c) entre o núcleo e o revestimento.

4.8. Ferragens Integrantes (Engates Metálicos)

Componente integral ou parte integrante de um isolador destinado a conectá-lo a uma estrutura suporte, ao condutor, a um item de equipamento ou a outro isolador.

4.9. Área de Conexão

Região onde a carga mecânica deve ser transmitida entre o corpo isolante e as ferragens integrantes.

4.10. Engate de um Isolador

Parte das ferragens integrantes que transmite a carga mecânica aos acessórios externos do isolador.

4.11. Trilhamento

Processo que forma degradação irreversível pela formação de caminhos condutivos (trilhas) que se iniciam e se desenvolvem na superfície de um material isolante.

Nota:

Esses caminhos são condutivos, mesmo quando secos.

4.12. Erosão

Degradação irreversível e não condutiva da superfície do isolador que ocorre por perda de material. Pode ser uniforme, localizada ou ramificada.

Nota:

Marcas superficiais leves, normalmente ramificadas, podem aparecer em isoladores poliméricos assim como em isoladores de cerâmica. Estas marcas quando não são condutoras não são consideradas como prejudiciais. Quando forem condutoras, são consideradas como trilhamentos.

4.13. Rachadura

Qualquer fratura ou fissura superficial de profundidade superior a 0,1 mm.

4.14. Perfuração

Perda permanente da rigidez dielétrica devido a uma descarga disruptiva passando através do material isolante sólido de um isolador.

4.15. Carga Mecânica Nominal - CMN

Carga mecânica de tração inicial suportável pelo isolador, que é especificada pelo fabricante, sendo tomada como base para os ensaios mecânicos desta Especificação e, conseqüentemente, para a seleção dos isoladores compostos poliméricos.

4.16. Carga Mecânica de Rotina - CMR

Carga mecânica de tração aplicada a cada isolador completo durante o ensaio mecânico de rotina. Corresponde a 50% da CMN.

4.17. Valor Nominal

Valor fixado pelo fabricante para uma determinada característica de um isolador.

4.18. Valor Mínimo Nominal

Valor mínimo exigido que deve ser atendido pelo fabricante para uma determinada característica de um isolador, onde será aplicada a tolerância prevista por norma, ou definida no desenho.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Características Dimensionais, Elétricas e Mecânicas

As características dimensionais e eletromecânicas do isolador bastão polimérico estão indicadas na tabela do Anexo 7.1.

5.2. Condições de Serviço

Os isoladores devem ser projetados para trabalhar sob as seguintes condições normais de serviço:

- a) temperatura média ambiente, em um período de 24 horas, não superior a 35°C;
- b) temperatura mínima ambiente de -5°C e máxima de 40°C;

- c) umidade relativa do ar de até 100%;
- d) altitude não superior a 1000 m.

5.3. Núcleo

- 5.3.1. O núcleo deve ser constituído de fibras de vidro com baixo teor de álcali, impregnadas de resina e comprimidas numa matriz, de tal forma que as fibras fiquem paralelas ao eixo da haste, obtendo-se a máxima resistência à tração.
- 5.3.2. O núcleo deve resistir a campos elétricos longitudinais e transversais e ser resistente ao trilhamento elétrico.
- 5.3.3. Resinas com tendência à hidrólise, devido à penetração de umidade, não devem ser empregadas.

5.4. Revestimento

- 5.4.1. O revestimento polimérico dos isoladores deve ser constituído de material de boa qualidade. Serão aceitos apenas compostos de borracha de silicone HTV, na cor cinza. Não serão aceitos, sob hipótese alguma, isoladores com revestimento de borrachas de EPDM e/ou EPDM misturada com óleo de silicone.
- 5.4.2. Com o objetivo de manter a alta qualidade da aderência do revestimento as interfaces ferragem/núcleo/revestimento, o revestimento polimérico deve ser vulcanizado sobre o núcleo do isolador através de processo de injeção. Este procedimento é exigido para garantir a máxima aderência do revestimento sobre as ferragens e no bastão, evitando a penetração de água no núcleo e a degradação do isolador.
- 5.4.3. A aderência do revestimento polimérico (composto de silicone HTV) sobre as ferragens e sobre o núcleo deve ser de forma que a ligação entre o revestimento, o núcleo e os terminais metálicos seja mais forte do que a resistência ao rasgamento intrínseca do próprio revestimento.
- 5.4.4. O revestimento deve possuir uma espessura mínima de 3 mm, em toda a extensão do isolador.
- 5.4.5. As aletas devem ter o perfil plano e não possuir nervuras internas para aumentar a distância de escoamento do isolador.

- 5.4.6. O revestimento dever ser homogêneo, impermeável e resistente aos fenômenos de trilhamento, arvorejamento, erosão, fissuras, rachaduras e esfarelamento.
- 5.4.7. O revestimento deverá ser resistente ao manuseio para evitar danos durante a instalação e deverá suportar lavagens sob pressão nas linhas de distribuição energizadas, de acordo com a norma IEEE Std. 957/1995 “Guide for cleaning insulators”.

5.5. Ferragens Integrantes (Engates Metálicos)

- 5.5.1. As ferragens integrantes podem ser de ferro fundido (maleável ou nodular), liga de alumínio ou aço carbono, com zincagem a quente, conforme NBR 6323 com espessura mínima de 100 micra. Alumínio e bronze podem ser utilizados, desde que atendam as exigências do ensaio de arco de potência. A cupilha deve estar acoplada ao rebite do isolador e deve ser de aço inoxidável. O acabamento deverá ser de acordo com a NBR 5032.
- 5.5.2. As ferragens devem ser fixadas às extremidades do núcleo por método de compressão multi radial, de tal forma a assegurar uma distribuição uniforme da carga mecânica ao redor da circunferência do núcleo e não permitir seu deslocamento em relação ao núcleo.
- 5.5.3. O sistema de fixação das ferragens deve garantir a integridade do núcleo, não devendo provocar trincas, fissuras ou esmagamento. As ferragens não devem se soltar quando o isolador for submetido a arcos de potência.
- 5.5.4. Todas as arestas existentes nos engates metálicos devem ser convenientemente arredondadas, evitando-se pontos proeminentes, objetivando minimizar o efeito de radiointerferência.
- 5.5.5. Os engates tipo garfo devem ser fornecidos com o pino e respectiva cupilha, sendo que esta deve atender a NBR 9893.

5.6. Identificação

Os isoladores devem ser identificados de forma legível e indelével com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) ano de fabricação;
- c) carga mecânica nominal - CMN;



- d) tensão máxima de operação.

A identificação sobre o corpo isolante não deve produzir saliências ou rebarbas que prejudiquem o desempenho dos isoladores em serviço.

A identificação sobre a ferragem dos engates não deve prejudicar a zincagem, se utilizada, nem favorecer o surgimento de radiointerferência ou corona.

5.7. Acondicionamento

Os isoladores devem ser acondicionados obedecendo as seguintes condições:

- a) de modo adequado ao meio de transporte (ferroviário, rodoviário, marítimo ou aéreo) e ao manuseio;
- b) em embalagens, de acordo com a NBR 9335, com massa bruta não superior a 25 kg;
- c) em volumes (palete) marcados de forma legível e indelével com, no mínimo, as seguintes informações;
 - nome da Celesc;
 - nome e/ou marca comercial do fabricante;
 - identificação completa do conteúdo (tipo e quantidade);
 - massa (bruta e líquida) e dimensões do volume;
 - número da Ordem de Compra.

Nota:

1. O fornecedor brasileiro deve enumerar os diversos volumes e anexar à Nota Fiscal uma relação descritiva do conteúdo de cada um.
2. O fornecedor estrangeiro deve encaminhar simultaneamente ao despachante indicado pela Celesc, cópias da relação indicada anteriormente.

5.8. Informações Técnicas Exigidas

O fornecedor deverá apresentar obrigatoriamente os documentos abaixo relacionados e preencher a tabela do Anexo 7.2.

5.8.1. Certificação Técnica de Ensaios do Equipamento

Os certificados técnicos de ensaios são emitidos pelo Departamento de Engenharia e Planejamento do Sistema Elétrico - DPEP, através da Divisão de Engenharia e Normas - DVEN, conforme a E-313.0045 - Certificação Técnica dos Ensaios de Equipamentos, após análise dos ensaios de projeto e tipo do equipamento, verificando a conformidade dos resultados com os requisitos exigidos pelas especificações da Celesc. Estes certificados, quando solicitados, deverão ser apresentados obrigatoriamente, juntamente com a proposta do lote em que for vencedora, no original ou em fotocópia autenticada.

5.8.2. Informações Gerais Sobre o Processo de Fabricação do Isolador Composto

- a) processo de fabricação do isolador composto;
- b) ensaios realizados para verificar a qualidade da aderência do revestimento às interfaces, atendendo às exigências desta Especificação;

5.8.3. Desenhos

Desenho do isolador com os seguintes dados:

- a) características dimensionais, tais como passo, distância de escoamento, etc;
- b) norma de engate, quando aplicável;
- c) características elétricas previstas na norma NBR 15122 / IEC 61109;
- d) características mecânicas;
- e) materiais utilizados no revestimento e ferragens para fabricação do isolador.

5.9. Inspeção

5.9.1. Definição e Responsabilidade

5.9.1.1. Ensaio de Projeto

Serão realizados pelo fabricante dos isoladores compostos, e destinam-se a verificar a adequação do projeto, dos materiais e do processo de fabricação (tecnologia).

Um projeto de isolador polimérico é definido geralmente por:

- a) materiais do núcleo, do revestimento e processo de fabricação;
- b) projeto, material e método de fixação das ferragens integrantes;
- c) espessura da camada do revestimento sobre o núcleo (incluindo a camisa, onde utilizada).

Esta Especificação prevê que os ensaios de projeto, realizados sobre um determinado modelo, sejam também válidos para toda uma classe de isoladores, desde que estes satisfaçam aos critérios de similaridade previstos na norma NBR 15122, IEC 61109 e nesta Especificação.

Nos casos de alterações de projeto ou processo de fabricação, novos ensaios devem ser realizados.

O fornecimento do isolador deve ser condicionado à aprovação dos ensaios de projeto e cópias de certificados destes ensaios deverão ser anexadas junto à proposta comercial.

Os ensaios de projeto podem ter sua realização dispensada mediante a apresentação de Certificados de Ensaio, desde que atenda aos critérios desta Especificação.

5.9.1.2. Ensaio de Tipo

Serão executados pelo fabricante e destinam-se a verificar as características principais de um isolador polimérico, que dependem principalmente de sua forma e tamanho.

Os ensaios de tipo devem ser aplicados aos isoladores poliméricos que pertencem a uma classe de projeto já qualificada para verificar as características de projeto mais importantes de um isolador composto, que dependem principalmente de sua forma e tamanho.

Os ensaios de tipo devem ser repetidos somente quando o tipo do isolador polimérico é alterado.

O fornecimento do isolador deve ser condicionado à aprovação nos ensaios de tipo e cópias de relatórios destes ensaios deverão ser anexados junto à proposta comercial.

De comum acordo entre fabricante e a Celesc, a realização dos ensaios de tipo pode ser dispensada mediante a apresentação de Certificados de Ensaios.

5.9.1.3. Ensaios de Rotina

Os ensaios de rotina serão executados pelo fabricante em todos os isoladores.

Os ensaios de rotina destinam-se a limitar variações de fabricação a níveis aceitáveis, que não caracterizem defeitos de fabricação nos isoladores poliméricos.

5.9.1.4. Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento destinam-se a verificar as características dos isoladores poliméricos que dependem da qualidade da fabricação e dos materiais usados.

As amostras são selecionadas aleatoriamente pelo inspetor e os ensaios devem ser executados nas instalações do fabricante, salvo acordo contrário entre o fabricante e a Celesc.

Por ocasião do recebimento, para fins de aprovação do lote, devem ser executados todos os ensaios de recebimento.

A dispensa da execução de qualquer ensaio e a aceitação do lote não eximem o fabricante da responsabilidade de fornecer os isoladores de acordo com esta Especificação.

5.10. Ensaios de Projeto

5.10.1. Critério de Similaridade

Os resultados obtidos nos ensaios de projeto, de um determinado isolador composto, podem ser válidos para toda uma classe de isoladores considerados similares.

Serão considerados similares ao ensaiado os isoladores que apresentarem as seguintes características:

- mesmo material do núcleo e das saias e mesmo processo de fabricação;
- mesmo material das ferragens integrantes, mesmo projeto e mesmo método de fixação;
- espessura do material das saias sobre o núcleo (incluindo a camisa intermediária, se usada) igual ou maior;
- relação entre a máxima tensão de operação do sistema e o comprimento do isolador igual ou maior;
- relação entre todas as cargas mecânicas e o menor diâmetro do núcleo entre engates igual ou menor;
- diâmetro do núcleo igual ou maior.

Nota:

Os isoladores ensaiados devem ser identificados por um desenho que forneça todas as dimensões e suas tolerâncias de fabricação. São admitidas variações de até 15% nos valores originais de projeto para as alíneas a, e e f.

A tabela a seguir apresenta quais são as condições de repetição dos ensaios de projeto:

Se o projeto do isolador mudar o ...	Então os seguintes ensaios devem ser repetidos					
	Interfaces e conexões dos terminais metálicos	Carga - tempo do núcleo	Trilhamento e erosão (1000 h)	Envelhecimento sob tensão (5000 h)	Flamabilidade	Material do núcleo
Material do revestimento / saias	X		X	X	X	
Espessura do revestimento	X		X	X		
Material do núcleo	X	X				X
Diâmetro do núcleo	X	X				X
Método de fabricação	X	X	X	X		X
Material dos terminais metálicos	X	X				
Projeto dos terminais metálicos	X	X				
Método de fixação dos terminais	X	X				

5.10.2. Descrição dos Ensaios de Projeto

Os ensaios devem ser realizados conforme previsto nas normas NBR 15122 / IEC 61109 e de acordo com a tabela a seguir:

Ensaio (Normas)	Testes componentes	Procedimento
Interfaces e conexões dos terminais metálicos (NBR 15122)	<ul style="list-style-type: none"> Verificação visual / dimensional e mecânico de rotina Tensão disruptiva de 60 Hz a seco Alívio súbito de carga Termomecânico Imersão em água Verificação visual Perfuração sob impulso Tensão disruptiva de 60 Hz a seco Tensão suportável de 60 Hz a seco – 30 minutos 	conforme norma
Carga – tempo do núcleo (NBR 15122)	<ul style="list-style-type: none"> Verificação visual / dimensional Determinação da carga de ruptura Controle da inclinação da curva carga-tempo 	conforme norma
Material do revestimento e das saias (NBR 15122)	<ul style="list-style-type: none"> Trilhamento e erosão – 1000 h Envelhecimento sob tensão – 5000 h Flamabilidade 	conforme norma
Material do núcleo (NBR 15122)	<ul style="list-style-type: none"> Penetração de corante Penetração de água 	conforme norma
Qualidade aderência	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de Verificação da Aderência 	Anexo 7.3.

5.11. Ensaio de Tipo

Os ensaios devem ser realizados conforme previsto nas normas NBR 15122 / IEC 61109 e de acordo com a tabela abaixo:

Ensaio	Norma	Procedimento
Tensão suportável de impulso atmosférico a seco	NBR 5032	conforme norma
Tensão suportável de 60 Hz sob chuva	NBR 5032	
Mecânico carga – tempo e verificação da estanqueidade da interface entre revestimento / ferragens terminais	NBR 15122	
Radiointerferência	NBR 15121	
Ensaio de arco de potência	LWIWG-01	Conforme norma e nota abaixo

Nota:

Após o ensaio de arco de potência os isoladores devem ser submetidos ao ensaio da verificação da carga mecânica especificada, conforme previsto no subitem 5.13. (ensaios de recebimento). O isolador será considerado satisfatório se os valores obtidos no ensaio forem superiores a 80% ao valor de ruptura garantido.

5.12. Ensaio de Rotina

Todos os isoladores devem ser submetidos aos ensaios de rotina previstos na norma NBR 15122, ou seja:

- a) identificação do isolador;
- b) exame visual;
- c) ensaio mecânico de rotina (tração).

5.13. Ensaio de Recebimento

5.13.1. Ensaio a Realizar

Ensaio	Amostras	Norma	Procedimento
Verificação visual / dimensional	E1 + E2	NBR 15122	Conforme norma
Verificação da carga mecânica especificada	E1	NBR 15122	
Verificação da estanqueidade da interface entre revestimento / ferragens terminais	01 peça de E2	NBR 15122	
Galvanização	E2	NBR 5032	
Verificação da aderência	E1	-	Anexo 7.3.

Nota:

Antes da execução dos ensaios deve ser efetuada uma inspeção geral verificando o seguinte:

- a) se os ensaios de projeto e tipo foram aprovados;

- b) se os isoladores e processo produtivo estão em conformidade com a documentação enviada;
- c) se a embalagem e marcações estão conforme solicitado nesta Especificação;
- d) se os certificados de aferição dos aparelhos a serem utilizados nos ensaios apresentam-se dentro do prazo de validade especificado.

5.13.2. Amostragem dos Ensaios de Recebimento

Para estes ensaios, dois grupos de amostras são utilizados, E1 e E2. Os tamanhos destas amostras estão indicados na tabela abaixo. Se mais de 10.000 isoladores são fornecidos, eles devem ser divididos em um número ótimo de lotes compreendidos entre 2.000 e 10.000 isoladores. Os resultados dos ensaios devem ser avaliados separadamente para cada lote.

Os isoladores devem ser aleatoriamente selecionados do lote apresentado pelo inspetor.

Todos os ensaios de recebimento deverão estar sujeitos ao procedimento de reteste descrito no item 8.6 da Norma NBR 15122.

TAMANHO DO LOTE (N)	TAMANHO DAS AMOSTRAS	
	E1	E2
$N \leq 300$	2	1
$300 < N \leq 2.000$	4	3
$2.000 < N \leq 5.000$	8	4
$5.000 < N \leq 10.000$	12	6

5.14. Relatório de Ensaios

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) identificação do laboratório de ensaio;
- c) tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- d) identificação completa do material ensaiado;
- e) relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;

- f) número da Ordem de Compra;
- g) data de início e de término de cada ensaio;
- h) nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Celesc e data de emissão do relatório.

5.15. Critério de Aceitação e Rejeição

Para os ensaios de verificação de aderência adotar os critérios previstos no Anexo 7.3., e para os demais ensaios utilizar os critérios da norma aplicável.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Na aplicação desta Especificação pode ser necessário consultar:

NBR 5032	Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1000 V – Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada – definições, métodos de ensaio e critérios de aprovação
NBR 5049	Isoladores de porcelana ou vidro para linhas aéreas e subestações de alta tensão - Método de ensaio
NBR 5456	Eletricidade geral - Terminologia
NBR 5472	Isoladores e buchas para eletrotécnica - Terminologia
NBR 6323	Produtos de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Especificação
NBR 6936	Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão
NBR 7108	Vínculos de ferragens integrantes de isoladores de cadeia - Dimensões - Padronização
NBR 7398	Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência - Método de ensaio
NBR 7399	Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
NBR 7875	Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) - Padronização

- NBR 7876 Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz - Método de Ensaio
- NBR 8158 Ferragens Eletrotécnicas para Redes Urbanas e Rurais de Dist. de Energia Elétrica
- NBR 9335 Embalagem de madeira e papelão ondulado para isolador de pino - Características e dimensões estruturais - Padronização
- NBR 9512 Fios e cabos elétricos - Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta B proveniente de lâmpadas fluorescentes - Método de Ensaio
- NBR 9893 Cupilha para pinos ou parafusos de articulação – Especificação
- NBR 10296 Material Isolante Elétrico – Avaliação de sua Resistência ao Trilhamento Elétrico e Erosão sob Severas Condições Ambientais – Método de Ensaio
- IEC SC 36B Insulators of overhead lines
- NBR 15121 Isolador para alta tensão – Ensaio de medição da radio interferência
- NBR 15122 Isolador – bastão composto polimérico para tensão acima de 1000V
- IEC 437 Radio interference test on high-voltage insulators
- IEC 61109 Composite insulators for A.C. overhead lines with a nominal voltage greater than 1kV - Definitions, test methods and acceptance criteria
- ASTM-G-26 Recommended Practice for Operating Light-Exposure Apparatus (Xenon-Arc Type) with and without Water for Exposure of Nonmetallic Materials
- ASTM-G-53 Recommended Practice for Operating Light-and-Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials
- ASTM-D-2565 Practice for Operating Xenon-Arc Type Light Exposure Apparatus with and without Water for Exposure of Plastics
- ASTM-D-2240 Test Method Rubber Property - Durometer Hardness
- LWIWG-01 Dead-end / Suspension Composite Insulator for Overhead Distribution Lines

6.1. Garantia

O fabricante deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados, de acordo com os requisitos desta Especificação durante 03 (três) anos e a reposição, livre de despesas, de qualquer isolador considerado defeituoso devido a eventuais deficiências de projeto, matéria prima ou fabricação.

7. ANEXOS

7.1. Características Técnicas dos Isoladores

7.2. Informações Técnicas Solicitadas

7.3. Ensaio de Verificação da Aderência

7.4. Desenho do Isolador

7.1. Características Técnicas dos Isoladores

Classe de Tensão		Unid	25kV	35kV
Tensão Nominal		kV	23,1	34,5
Código Celesc		-	14168	14167
Características dimensionais				
MATERIAL			Silicone	Silicone
Passo (máxima distância entre centros das furações)	mm		450	530
Linha de fuga nominal mínima	mm		560	745
Espessura mínima do revestimento	mm		3	3
Engate garfo-olhal redondo/quadrado			NBR 7108	NBR 7108
Características Elétricas				
NBR 5032	Tensão Suportável frequência industrial sob chuva	kV rms	50	70
	Tensão Suportável de Impulso atmosférico	kV pico	150	170
TRI	Tensão aplicada a frequência industrial	kV rms	15,4	22
	TRI máxima a 1MHz (referida a 300Ω)	μV	100	100
Características Mecânicas				
Carga mecânica de ruptura		kN	50	50
Carga mecânica Ensaio Rotina		kN	25	25
Peso aproximado do isolador		kg	1,3 kg	1,5 kg

7.2. Informações Técnicas Solicitadas

Item Especificação	Descrição		Documento	
A2.1	Garantia da Qualidade	Número do Certificado		
		Validade		
A2.2	Número do documento sobre processo de fabricação			
Classe de Tensão				
Código Celesc			14168	14167
Designação do cliente				
A2.3	Desenho			

7.3. Ensaio de Verificação da Aderência

O ensaio de verificação da aderência analisa a qualidade da aderência nas interfaces núcleo/revestimento e ferragens/revestimento.

7.3.1. Amostragem Ensaios de Projeto

Deverão ser ensaiados três isoladores.

7.3.2. Amostragem Ensaios de Recebimento

A amostragem será conforme descrito no ensaio de recebimento (E1) da norma NBR 15122. Este ensaio será realizado após o ensaio de carga mecânica de ruptura.

7.3.3. Preparação das Amostras

Com equipamento apropriado (fresa, serra, etc.) deve-se fazer um corte longitudinal até alcançar o centro do núcleo do isolador.

O comprimento do corte deve ser de aproximadamente 250 mm a partir da ferragem do isolador.

O corte será realizado no lado oposto da ruptura ou deslocamento da ferragem, após o ensaio de ruptura mecânica.

O corte deve iniciar na ferragem, deixando expostas todas as interfaces do isolador (ferragem/revestimento e núcleo/revestimento) e toda a área de compressão.

7.3.4. Procedimento do Ensaio

Tensionar manualmente o revestimento objetivando desloca-lo do núcleo e da ferragem. Realizar uma verificação visual para observar a existência da aderência do revestimento nas interfaces (ferragem/revestimento e núcleo/revestimento).

7.3.5. Critérios de Aceitação para Ensaio de Projeto

O revestimento deverá ter aderência em toda a amostra.

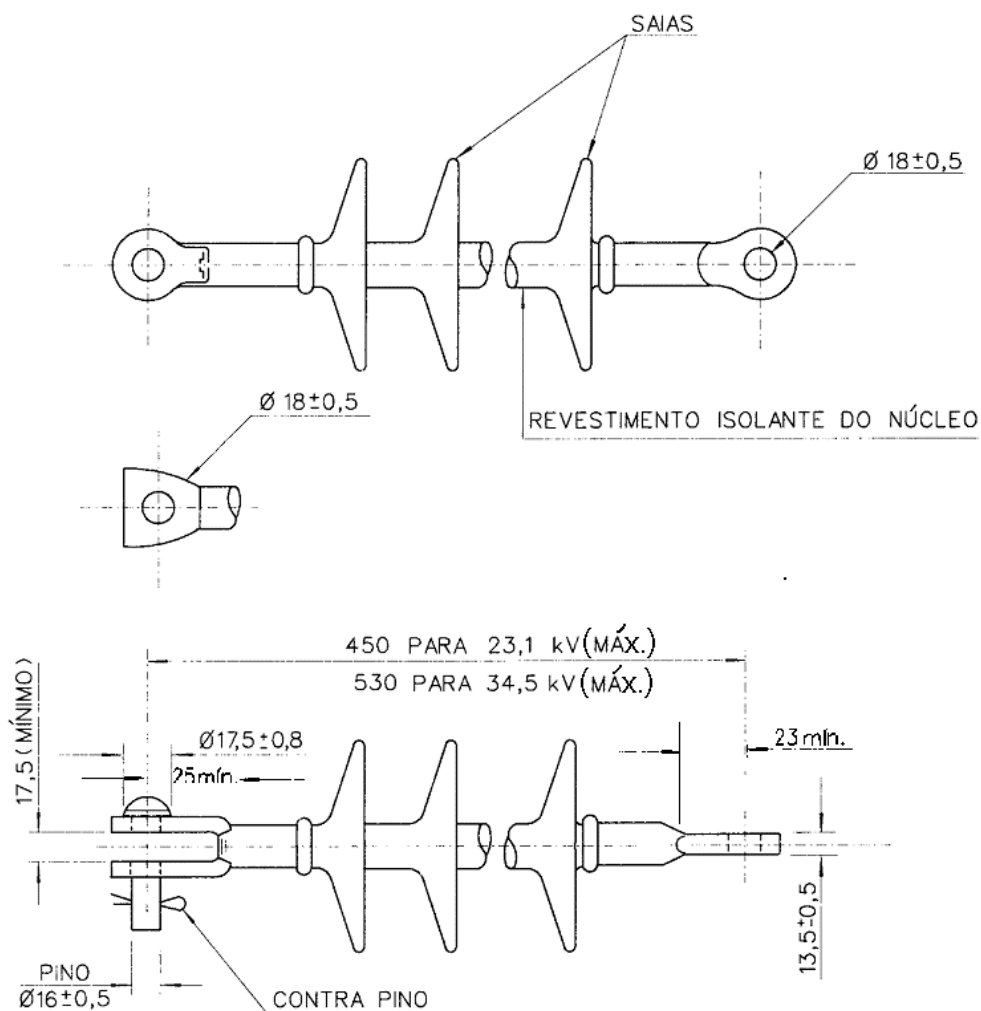
Se um único isolador tiver uma região com falta de aderência, o projeto do isolador será rejeitado.

7.3.6. Crerérios de Aceitação para Ensaio de Recebimento

O revestimento deverá está com aderência em toda a região.

Se ocorrer mais de um isolador com uma região sem aderência o lote será rejeitado.

Se um único isolador tiver uma região sem aderência, o ensaio deve ser repetido em uma amostragem duas vezes maior. Se no reteste houver um isolador com falta de aderência, o lote será rejeitado.

7.4. Desenho do IsoladorNOTAS

- 1-O número e diâmetro das saias do isolador devem ser definidos em função da distância de escoamento especificada.
- 2-As correspondências entre as dimensões das figuras podem, se for o caso, atender as medidas da NBR 7108/88, figuras 18 e 19.
- 3-Variações de forma nas partes não cotadas são admissíveis, desde que mantidas as características eletromecânicas do isolador.
- 4-Dimensões em milímetros.

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO

TÍTULO

FOLHA

E-313.0052

ESPECIFICAÇÃO DE CABOS DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADOS
AUTOSSUSTENTADOS COM ISOLAÇÃO EXTRUDADA DE
POLIETILENO TERMOFIXO XLPE PARA REDES DE BAIXA TENSÃO
E RAMAL DE LIGAÇÃO 0,6/1 KV

1/42

1. FINALIDADE

Definir os requisitos mínimos exigíveis para a qualificação e aceitação de cabos de potência de alumínio multiplexados, autossustentados, isolados com composto termofixo de polietileno reticulado - XLPE para rede aérea secundária e ramal de ligação até 0,6/1 kV a serem utilizados pela Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às Agências Regionais, Administração Central e demais órgãos usuários, fornecedores de materiais, empreiteiras, e clientes da Celesc D.

3. ASPECTOS LEGAIS

- a) Normas Brasileiras relativas a cabos de alumínio nus e isolados em XLPE para tensões até 0,6/1 kV;
- b) ABNT NBR 8182 - Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolação extrudada de PE ou XLPE para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho.

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D. quanto a eventuais alterações.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de Terminologia da Associação Brasileira de Normas técnicas - ABNT, complementados pelos



termos a seguir:

4.1. Cabo Multiplexado Autossustentado

Cabo formado por um ou mais condutores isolados, com isolamento sólida extrudada, dispostos de forma helicoidal em torno de um condutor de sustentação (cabo mensageiro).

Também é conhecido como cabo pré-reunido.

4.2. Condutor Neutro de Sustentação - Cabo Mensageiro

Condutor destinado a sustentar mecanicamente os condutores fase reunidos de forma helicoidal em sua volta, podendo exercer também a função de neutro do sistema.

4.3. Temperatura Máxima no Condutor em Regime Permanente

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em condições estáveis de funcionamento.

4.4. Temperatura Máxima do Condutor em Regime de Sobrecarga

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de sobrecarga.

4.5. Temperatura Máxima do Condutor em Regime de Curto-Circuito

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de curto-circuito.

4.6. Tensão Nominal do Sistema (V)

Tensão de linha pelo qual o sistema é designado. No caso de corrente alternada, é sempre dada em valor eficaz.

4.7. Tensões de Isolamento do Cabo (V_0/V)

Valor de V_0 ou do par de valores V_0/V pelos quais os cabos são projetados, sendo:



V_o = valor eficaz da tensão entre o condutor e terra (tensão fase-terra)

V = valor eficaz da tensão entre condutores (tensão fase-fase)

As tensões de isolamento previstas nesta Especificação são: 0,6/1 kV.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Exigências

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerá esta Especificação, os relatórios técnicos da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica - ABRADEE e ABNT.

Para fornecimento, o fabricante deve ser cadastrado e possuir certificado de homologação de produto - CHP da marca do produto ofertado conforme a Especificação E-313.0045 - Certificação de Homologação de Produtos.

5.2. Condições Gerais

5.2.1. Designação dos Cabos e Identificação dos Condutores

5.2.1.1. Designação dos Cabos

Os cabos multiplexados isolados, previstos nesta Especificação, são designados pela tensão de isolamento $V_o/V = 0,6/1$ kV e pela notação:

$N \times 1 \times S + S'$

Onde:

N - número de condutores de fase (1, 2 e 3)

S - seção transversal do condutor fase, em milímetros quadrados

S' - seção transversal do condutor neutro, em milímetros quadrados

A superfície externa (isolação), de pelo menos um dos condutores fase, deve ser marcada a intervalos regulares de até 500 mm, de forma legível e indelével, com os seguintes dizeres:

a) nome e/ou marca do fabricante;



- b) seções dos condutores fase e neutro em milímetros quadrados;
- c) identificação do material do condutor fase (alumínio - CA) e da isolação (XLPE);
- d) identificação do material do condutor neutro (alumínio - CA ou alumínio-liga - CAL);
- e) tensão de isolamento (0,6/1 kV);
- f) mês e ano de fabricação;
- g) norma de referência;
- h) código para fins de rastreabilidade do processo (opcional).

Notas:

1. É facultativa a inclusão do nome comercial do produto, devendo, preferencialmente, ser realizada após o nome do fabricante.
2. A marcação do cabo não deve interferir na identificação das fases.

5.2.1.2. Identificação dos Condutores Fases

Nos cabos com mais de um condutor fase, devem ser identificados de forma permanente. A Celesc D exige que a identificação no cabo seja feita por cores. Os condutores fases devem possuir a identificação através da isolação externa nas cores indicadas, respectivamente, na tabela abaixo.

Identificação dos Condutores Fases para os Cabos Multiplexados

Tipo	Cores
quadruplex	preto
	cinza
	vermelho
triplex	preto
	cinza
duplex	Preto



A Celesc D poderá solicitar cabos multiplexados para rede com o condutor neutro isolado, neste caso a cor para a identificação do condutor neutro deve ser azul-claro e o material de isolamento deve ser o mesmo do condutor fase (XLPE).

5.2.2. Acondicionamento e Fornecimento

O Acondicionamento deve atender a E-141.0001 – Padrões de Embalagens, complementada com os requisitos relacionados na sequência.

Os cabos multiplexados autossustentados devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o transporte, manuseio e armazenagem. O acondicionamento deve ser em rolo ou carretel, que deve ter resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar os cabos. Quando acondicionados em rolos os mesmos devem ser paletizados em estrados padrões de 1100x1100 mm com altura útil máxima de 1500 mm, suficientemente amarrados de forma a evitar o tombamento dos mesmos durante a sua movimentação. Os rolos devem ser acomodados de forma a não apresentarem bordas que excedam as dimensões do estrado.

O acondicionamento em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 3000 kg e o acondicionamento em rolos limitados a 40 kg para movimentação manual. A Tabela 10 do Anexo 7.2. desta especificação indica uma relação dos códigos de fornecimento com as suas respectivas embalagens.

Quando não especificado em contrário pela Celesc D, os cabos devem ser fornecidos em unidades de expedição com comprimento nominal de fabricação, permitindo-se uma tolerância de $\pm 3\%$ no comprimento efetivo em cada unidade de expedição. Adicionalmente, pode-se admitir que até 5% dos lances de um lote de expedição tenham um comprimento diferente do lance nominal de fabricação, com no mínimo de 50% do comprimento do referido lance. Para efeitos comerciais, o fabricante deve declarar o comprimento efetivo de cada unidade de expedição.

Para cada unidade de expedição (rolo ou bobina), a incerteza máxima exigida na medição do comprimento efetivo é de $\pm 1\%$.

Não será permitido o fornecimento a maior do total especificado no pedido de compra, podendo uma variação de no máximo menos 3%.

Os carretéis devem possuir dimensões de acordo com a ABNT NBR 11137 e os rolos, conforme a ABNT NBR 7312. A madeira e os processos preservativos utilizados na confecção dos carretéis e no fechamento das bobinas devem ser conforme ABNT NBR 6236



com durabilidade mínima de 24 meses e isentos de defeitos que possam vir a danificar mecânica e quimicamente os cabos e ter resistência adequada quando expostos às intempéries. Deve-se proceder a proteção adequada quando a madeira para os carretéis possuírem tratamento preservativo a base de cobre.

As extremidades dos cabos isolados acondicionados em carretéis devem, obrigatoriamente, ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou com fita auto-aglomerante, resistentes às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenagem.

Externamente os carretéis devem ser identificados nas duas faces laterais de forma legível e indelével com as seguintes indicações:

- a) nome e/ou marca do fabricante;
- b) número de condutores, material, temperatura dos fios dos condutores fase e neutro e seção nominal em milímetros quadrados do condutor (alumínio) e do neutro (alumínio ou alumínio liga), massa em kg/km do cabo completo;
- c) material da isolamento (XLPE) e tensão de isolamento (0,6/1 kV);
- d) nome Celesc Distribuição S.A.;
- e) comprimento em metros;
- f) massa do carretel (tara), bruta (total) e líquida em kg;
- g) número do pedido de compra;
- h) número de série do carretel;
- i) dimensão do carretel;
- j) seta no sentido de rotação para desenrolar;
- k) mês e ano de fabricação;
- l) número Celesc D de suprimento conforme anexo 7.5, tabela 10.



São permitidos, no máximo, 2 (dois) lances contínuos de cada cabo no mesmo carretel. Nesse caso, o lance menor deve ser acondicionado por último, sem qualquer tipo de emenda ou amarração com o primeiro e deve estar identificado nos discos dos carretéis as informações dos lances.

A identificação deve ser feita com placas de aço inox, alumínio anodizado ou de material polimérico, gravadas de forma permanente com impressões em relevo ou tintas resistentes a radiação ultravioleta e intemperes, e fixadas em ambos os discos de forma adequada. Não serão aceitas etiquetas de papel revestidas de plástico.

Os discos laterais dos carretéis devem ser marcados de forma legível e indelével, com uma seta indicando o sentido de desenrolamento do cabo.

O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos carretéis e anexar à nota fiscal uma relação descrita do conteúdo individual de cada um.

O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar, simultaneamente, ao despachante indicado pela Celesc D e a própria, cópia da relação mencionada anteriormente.

Para os cabos acondicionados em rolos, admite-se que sejam envolvidos totalmente em embalagens resistentes à umidade, dispensando-se a vedação das pontas dos cabos.

Os rolos devem conter uma etiqueta em aço inox, alumínio anodizado ou material polimérico, contendo de forma legível e indelével as indicações listadas para os carretéis, com exceção das referentes às alíneas h e i e no caso da alínea f, indicando a massa líquida nominal.

Nas solicitações de suprimentos serão estabelecidos o tipo de embalagem e o comprimento do cabo por embalagem para os cabos de ramais de ligação, seções de 10 a 25 mm², conforme a Tabela 10 do Anexo 7.2. desta Especificação.

5.2.3. Condições de Serviço

Os cabos de alumínio multiplexados autossustentados, objeto desta Especificação, são próprios para a construção de redes isoladas de baixa tensão - BT, conforme previsto nas normas de montagem de redes de distribuição da Celesc D urbana e rural.

5.2.3.1. Condições Normais de Serviço

Os cabos devem ser projetados para suportar as condições abaixo:



- a) sistema trifásico a 3 fios, com neutro da baixa tensão descontínuo e aterrado através de impedância, 60 Hz, com tensões fase-fase de 220 ou 380 V (categoria A, conforme a ABNT NBR 6251);
- b) locais de arborização intensa;
- c) exposição ao sol, chuva e poeira.

5.2.3.2. Capacidade de Condução de Corrente

O fabricante deve fornecer a capacidade real de condução de corrente dos cabos multiplexados de baixa tensão, nas temperaturas de regime permanente e de sobrecarga com o respectivo memorial de cálculo.

Adotadas como referência, nesta Especificação, as capacidades de condução dadas pela ABNT NBR 8182, com as seguintes condições:

- a) carga equilibrada;
- b) temperatura no condutor: 90°C;
- c) temperatura ambiente: 30°C;
- d) intensidade da radiação solar: 1000 W/m²;
- e) velocidade do vento: nula;
- f) resistividade da cobertura: 3,5 mK/W.

5.2.3.3. Condições de Operação em Regime Permanente

A temperatura no condutor, em regime permanente, não deve ultrapassar 90°C.

5.2.3.4. Condições de Operação em Regime de Sobrecarga

Para sobrecarga a temperatura não deve ultrapassar o valor de 130°C. A operação em sobrecarga não deve superar 100 horas durante 12 meses consecutivos, nem 500 horas



durante a vida útil do cabo.

5.2.3.5. Condições de Operação em Regime de Curto-Circuito

A temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não deve ultrapassar 250°C. A duração nesse regime de operação não deve ser superior a 5s.

5.2.4. Certificação Técnica dos Cabos

Os certificados técnicos de homologação do produto são emitidos pelo Departamento de Engenharia e Planejamento do Sistema Elétrico - DPEP, através da Divisão de Engenharia e Normas - DVEN, conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos, após análise dos ensaios de projeto e tipo do equipamento, verificando a conformidade dos resultados com os requisitos exigidos pelas especificações da Celesc D.

Os certificados não garantem a qualidade do processo de fabricação, devido a fatores inerentes ao processo que só podem ser analisados nos ensaios de recebimento do material, portanto este certificado não exime sob hipótese alguma, a realização dos ensaios de recebimento e inspeção por parte da Celesc D.

Estes certificados, quando solicitados, deverão ser apresentados, obrigatoriamente, juntamente com a proposta do lote em que for vencedora, na versão original ou em fotocópia autenticada.

A Celesc D recomenda que os ensaios de tipo sejam realizados com amostras do condutor fase de seção igual a 120 mm².

Os ensaios poderão ser realizados para outras seções de condutores, mediante acordo entre o fabricante e a Celesc D, que pode neste caso limitar a seção máxima para fornecimento.

5.3. Aspectos Construtivos Gerais do Cabo

O cabo completo compreende:

5.3.1. Condutor Fase

Este deve ser constituído de fios de alumínio nu 1350, sem revestimento metálico, têmpera mínima ¾ dura designação H16 e deve ser obtido a partir de vergalhão de alumínio, conforme a ABNT NBR 7103. O condutor fase deve ser de seção circular, do tipo cabo de alumínio (CA), compactado, ter encordoamento classe 2, conforme a ABNT NBR NM 280, exceto para



o condutor 10 mm² que deverá ser de seção circular normal.

A sua superfície não deve apresentar fissuras, escamas, asperezas ou inclusões que comprometam o desempenho do produto.

Os fios de alumínio que formam o condutor fase devem ter:

- a) têmpera mínima $\frac{3}{4}$ dura (designação H16), de acordo com a ABNT NBR 5118;
- b) condutividade mínima de 61% IACS, a 20°C;
- c) massa específica, para efeito de cálculo, de 2,703 g/cm³ a 20°C;
- d) resistividade elétrica de 0,028264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, a 20°C, de acordo com a ABNT NBR 5118.

As tolerâncias dos diâmetros nominais dos fios devem ser as estabelecidas pela ABNT NBR 5118.

Os condutores fase devem ter as características físicas e elétricas de acordo com as Tabelas 2 e 3 do Anexo 7.2. desta Especificação.

5.3.1.1. Isolação

A isolação deve ser constituída por composto extrudado termofixo a base de polietileno reticulado - XLPE, para temperatura normal de operação no condutor de 90°C, com características físicas conforme a ABNT NBR 6251.

A camada do material isolante aplicada justaposta sobre o condutor deve ser contínua, uniforme, homogênea, isenta de porosidades visíveis, resistente ao intemperismo artificial, radiações ultravioletas e abrasão ao longo de todo o comprimento do condutor.

Os requisitos físicos da isolação devem estar de acordo com a Tabela 7 do Anexo 7.2. desta Especificação.

A espessura nominal da isolação de cada condutor deve estar de acordo com os valores da Tabela 6 do Anexo 7.2. e deve ser medida conforme a ABNT NBR NM-IEC 60811-1-1.



A espessura média da isolação de cada condutor isolado, em qualquer seção transversal, não deve ser inferior ao valor nominal especificado. Para os condutores isolados em dupla camada, a somatória das espessuras das duas camadas é considerada como sendo espessura média.

A isolação na cor preta deve conter negro-de-fumo disperso, com teor mínimo de 2%, quando determinado conforme a ABNT NBR NM-IEC 60811-4-1.

Para condutores com seção igual ou superior a 35mm² a isolação deve ser obrigatoriamente em dupla camada.

A isolação pode ser em dupla camada, em XLPE, a camada externa não pode ultrapassar a 20% da espessura total da isolação. As camadas internas e externas devem ser aplicadas simultaneamente (coextrusão), de forma a garantir que as duas camadas fiquem aderidas, evitando a formação de vazios entre elas. A camada interna deve ser sempre na cor preta e deve conter negro-de-fumo disperso, com teor mínimo de 2%, quando determinado conforme a ABNT NBR NM-IEC 60811-4-1. A camada externa quando possuir coloração diferente da preta deve conter aditivos que promovam alta proteção contra radiação ultravioleta e intempéries.

A espessura mínima da isolação de cada condutor isolado, em um ponto qualquer de uma seção transversal, pode ser inferior ao valor nominal especificado, contanto, que a diferença não exceda 10% + 0,1 mm do valor nominal especificado.

A isolação deve ser facilmente removível e não aderente ao condutor.

A isolação deve suportar as temperaturas máximas do condutor, conforme Tabela 5 do Anexo 7.2. desta Especificação.

5.3.2. Condutor Neutro de Sustentação (Mensageiro)

O condutor neutro de sustentação de seção circular não compactada deve ser constituído por cabo de alumínio (CA) conforme a ABNT NBR 7271, cabo de alumínio liga (CAL) conforme a ABNT NBR 10298. O tipo de condutor neutro está relacionado à bitola do condutor fase, conforme a Tabela 2 do Anexo 7.2. desta Especificação.

A superfície dos fios de alumínio ou alumínio liga componentes do condutor neutro de sustentação e do mesmo encordoado deve ser lisa, não devendo apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias e inclusões que comprometam o desempenho do condutor. O cabo pronto não deve apresentar falhas de encordoamento e ser regularmente cilíndrico e isento de emendas.



O condutor neutro quando isolado, a isolação deve atender as regras e o especificado em 5.3.1.1 na cor azul clara.

A fixação do cabo multiplexado com neutro isolado, quando realizada com pré-formados deve-se utilizar alça pré-formada específica para cabos com isolação.

5.3.2.1. Condutor Neutro CA

O condutor neutro CA deve ser isolado.

Os fios de alumínio 1350 que formam o condutor neutro devem ter:

- a) têmpera dura (designação H19), atendendo as exigências da ABNT NBR 5118;
- b) condutividade mínima de 61% IACS, a 20°C;
- c) resistência mínima à tração de acordo com os valores estabelecidos pela ABNT NBR 5118;
- d) resistividade de 0,028264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, a 20°C, conforme ABNT NBR 5118.

O condutor neutro CA deve:

- a) estar de acordo com a Tabela 4 do Anexo 7.2. desta Especificação;
- b) ser não compactado e ter encordoamento conforme a ABNT NBR NM 280;
- c) número e diâmetro dos fios formadores conforme a ABNT NBR 8182 Tabela A1.

Nota:

Aplicável somente nas seções de 10 a 25 mm².

5.3.2.2. Condutor Neutro CAL

O condutor neutro deve ser de liga alumínio-magnésio-silício (CAL) e os fios componentes



dos condutores encordoados devem satisfazer a ABNT NBR 5285 antes de serem submetidos a fases posteriores de fabricação e os condutores após encordoamento devem satisfazer a ABNT NBR 10298.

O condutor neutro tipo cabo de alumínio liga (CAL) deve estar de acordo com a Tabela 4 do Anexo 7.2., não compactado e ter encordoamento conforme a ABNT NBR 10298. Neste caso, os fios de alumínio-liga que formam o condutor neutro devem ter:

- a) resistência mínima à tração de acordo com a ABNT NBR 5285;
- b) alongamento mínimo à ruptura de 3% em 250 mm;
- c) resistividade de $0,0328 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, a 20°C , de acordo com a ABNT NBR 5285;
- d) condutividade mínima de 52,5% IACS a 20°C ;
- e) massa específica do fio de alumínio - liga deve ser de $2,70 \text{ g/cm}^3$ a 20°C .

Nota:

Aplicável, obrigatoriamente, nas seções de 35 mm^2 e superiores.

5.3.3. Reunião do Condutor Fase e Cabo Mensageiro

Os condutores são reunidos com sentido à direita. Devem ser torcidos helicoidalmente ao redor do neutro, que deve permanecer sempre em posição axial em relação aos demais.

O passo de reunião dos condutores deve ser, no máximo, 60 vezes o diâmetro do condutor fase.

A verificação é feita assinalando-se duas marcas sobre a mesma veia, em duas passagens consecutivas desta veia por um plano tangente ao cabo. Mede-se então o passo efetivo, que é a distância longitudinal entre as duas marcas.



5.4. Inspeção, Ensaios e Requisitos

5.4.1. Condições Gerais

O cabo multiplexado a ser fornecido, conforme esta Especificação estará sujeito à inspeção e ensaios pela Celesc D.

Os ensaios previstos nesta Especificação são classificados em recebimento e tipo e devem ser realizados às expensas do fabricante, com exceção de ensaios realizados durante e após a instalação que, se executados pelo fabricante, devem ser objeto de prévio acordo entre a Celesc D e o fabricante.

Os ensaios de tipo são realizados com a finalidade de demonstrar o comportamento do projeto do cabo multiplexado. Deverão ser repetidos quando houver modificação do projeto do cabo que possa alterar o seu desempenho.

Entende-se por modificação do projeto do cabo qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico e/ou mecânico do cabo, como por exemplo, modificações nos seus materiais, compostos de matérias-primas e componentes.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios de instituições oficiais ou independentes pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (www.inmetro.gov.br). Em comum acordo com o DPEP/DVEN da Celesc D, os ensaios de tipo poderão ser realizados em laboratórios rastreados pela Rede Brasileira de Calibração - RBC, conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos, ou nos laboratórios das instalações do fornecedor, desde que, neste caso tenha a presença do inspetor da Celesc D.

Para o uso dos laboratórios das instalações do fabricante, os certificados de calibração dos instrumentos utilizados durante os ensaios, tanto de tipo quanto de recebimento, deverão ser apresentados ao inspetor da Celesc D.

A Celesc D poderá exigir a presença de um inspetor para acompanhar a realização dos ensaios de tipo, conforme a Especificação E-313.0045.

Quando os ensaios de tipo, já certificados pelo fabricante e aprovados pela Celesc D, forem solicitados novamente pela Celesc D, para uma determinada ordem de compra, o importe destes deve ser objeto de acordo comercial. Se o fato gerador da nova solicitação for de responsabilidade do fabricante, os ensaios devem ser realizados às suas expensas.



Quando os ensaios de tipo já tiverem sido realizados em cabos do mesmo projeto, a Celesc D a seu critério, poderá mediante análise dos relatórios de ensaios apresentados pelo fabricante, dispensar nova realização de algum ou de todos os ensaios de tipo.

Todos os ensaios de recebimento devem ser executados nas instalações do fabricante, na presença de um inspetor da Celesc D, este deve ainda propiciar ao inspetor, a suas expensas, pessoal habilitado a prestar informações e realizar os ensaios, e livre acesso aos laboratórios, equipamentos, instrumentos, instalações fabris e de acondicionamento de matéria prima e material acabado, enfim todos os meios necessários que lhe permitam verificar se o material oferecido está de acordo com esta Especificação.

As normas técnicas, especificações e desenhos necessários às realizações dos ensaios deverão estar no local da inspeção e à disposição do inspetor da Celesc D.

A Celesc D. deve ser comunicada com, no mínimo, 15 dias de antecedência, a data em que o lote referente à AF estiver pronto para a inspeção, conforme a Especificação E-313.0045.

A aceitação de um determinado lote e/ou a dispensa da execução de qualquer ensaio, não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação e não invalidam qualquer reclamação posterior da Celesc D a respeito da qualidade do material.

No caso da Celesc D. dispensar a inspeção, o fabricante deve fornecer, cópia dos resultados dos ensaios de rotina e certificado dos ensaios de tipo, de acordo com os requisitos desta Especificação.

A Celesc D. se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Celesc D se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção e do fabricante em caso contrário.

A Celesc D. se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado no momento que julgar necessário, com o objetivo de inspecionar qualquer etapa de fabricação dos cabos multiplexados, bem como acompanhar os ensaios de rotina, devendo o fornecedor garantir ao inspetor da Celesc D o livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação, ensaios e de acondicionamento.

Os ensaios de tipo e recebimento relacionados nesta Especificação não invalidam por parte do fabricante, a realização de outros ensaios que julgue necessários ao controle de qualidade do cabo.



5.4.2. Inspeção Geral

Antes de serem efetuados os ensaios, deve ser comprovado se o material contém todos os componentes e características, verificando de acordo com esta Especificação:

- a) designação dos cabos e identificação dos condutores, conforme inciso 5.2.1.;
- b) acondicionamento e fornecimento, conforme inciso 5.2.2.;
- c) aspectos construtivos gerais, conforme subitem 5.3..

Constitui falha o não atendimento a qualquer dos requisitos acima mencionados.

5.4.3. Relação de Ensaios

Para o cabo completo e condutor:

- a) inspeção visual;
- b) verificação dimensional da construção do cabo;
- c) ensaio de resistência elétrica;
- d) ensaio de tensão elétrica;
- e) ensaio de tensão elétrica de longa duração;
- f) ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente;
- g) ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima em regime permanente;
- h) ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento;
- i) ensaio de resistência à abrasão;
- j) ensaios físicos da isolação após envelhecimento artificial em câmara UV;



- k) ensaio de ruptura no condutor neutro conforme a ABNT NBR 7272;
- l) ensaios físicos do composto da isolação, conforme Tabela 6 do Anexo 7.2. desta Especificação.

A aplicação destes ensaios encontra-se na Tabela 1 do Anexo 7.1. desta Especificação.

5.4.4. Descrição dos Ensaios

5.4.4.1. Verificação Dimensional da Construção do Cabo

Deve ser feita em amostras do cabo pronto.

Deve ser verificado o estabelecido nos incisos 5.3.1., 5.3.2.e 5.3.3. e nas Tabelas 2 e 4 do Anexo 7.2. desta Especificação.

5.4.4.2. Ensaio de Resistência Elétrica

A resistência elétrica máxima dos condutores fase, referida a 20°C e a um comprimento de 1 km, não deve ser superior aos valores estabelecidos na ABNT NBR-NM 280.

A resistividade elétrica máxima dos fios componentes ou a resistência elétrica máxima do condutor neutro de sustentação, referida a 20°C, e a um comprimento de 1 km, deve estar conforme a ABNT NBR 10298 para condutor de liga alumínio-magnésio-silício - CAL, resumido na Tabela 4 do Anexo 7.2. desta Especificação.

O cabo deve ser ensaiado conforme a ABNT NBR 6814.

5.4.4.3. Ensaio de Tensão Elétrica

O cabo quando submetido à tensão elétrica alternada, frequência 48 Hz a 62 Hz, com valor eficaz de 4 kV não deve apresentar perfuração.

O tempo de aplicação de tensão deve ser de 5 minutos.

Os cabos com neutro nu devem ser ensaiados a seco. A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor fase e todos os outros condutores curto-circuitados e aterrados.



Para os cabos com o neutro isolado este ensaio deve ser realizado contra a água.

O cabo deve ser ensaiado conforme a ABNT NBR 6881.

Em alternativa, o ensaio de tensão elétrica pode ser efetuado com tensão elétrica contínua de valor igual a 9,6 kV.

5.4.4.4. Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente

A resistência de isolamento dos condutores isolados referida a 20°C e a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a seguinte fórmula:

$$R_i = K_i \cdot \log (D/d)$$

Onde:

R_i = resistência de isolamento em $M\Omega.km$

K_i = constante de isolamento igual a 3700 $M\Omega.km$ para XLPE

D = diâmetro nominal externo sobre a isolação, em mm

d = diâmetro nominal sob a isolação, em mm

A medida da resistência de isolamento deve ser feita com tensão elétrica contínua de valor 300 a 500 V, aplicada por um período mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos.

O ensaio de resistência de isolamento deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica. No caso do ensaio de tensão elétrica ter sido realizado com a tensão elétrica contínua, a medição da resistência de isolamento deve ser feita 24 h após os condutores terem sido curto-circuitados entre si e com a terra.

Quando a medida da resistência de isolamento for realizada em meio ambiente com temperatura diferente a 20°C, o valor obtido deve ser referido a esta temperatura, utilizando os valores de correção de dados nas Tabelas 8 do Anexo 7.2. O fabricante deve fornecer previamente o coeficiente por °C a ser utilizado, determinado conforme o subinciso 5.4.4.7. desta Especificação.

O cabo deve ser ensaiado conforme a ABNT NBR 6813.



5.4.4.5. Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Máxima em Regime Permanente

A resistência de isolamento do condutor isolado a $90 \pm 2^\circ\text{C}$, referida a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a fórmula dada no subinciso 5.4.4.4. desta Especificação, tornando-se a constante de isolamento igual a 3,70 M Ω .km.

A temperatura no condutor deve ser obtida pela imersão da amostra em água. A amostra deve ser mantida na água pelo menos por duas horas, à temperatura especificada, antes de efetuar-se a medição.

A medida da resistência de isolamento deve ser feita com tensão elétrica contínua de valor 300 a 500 V, aplicada por um período mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos.

O comprimento da amostra não deve ser inferior a 5 metros.

A amostra deve ser ensaiada conforme a ABNT NBR 6813.

5.4.4.6. Ensaio de Tensão Elétrica de Longa Duração

A amostra deve ser submetida a uma tensão elétrica alternada, de 48 a 62 Hz, com valor eficaz de 10 kV.

O tempo de aplicação da tensão elétrica deve ser de 30 minutos e o cabo não deve apresentar perfuração.

O ensaio deve ser efetuado em um corpo de prova constituído por um comprimento mínimo de 5 metros de cabo completo.

A amostra deve ficar imersa em água por um tempo não inferior a 24 horas antes do ensaio. A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor isolado e a água.

A amostra deve ser ensaiada conforme a ABNT NBR 6881.

5.4.4.7. Ensaio para Determinação do Fator de Correção da Resistência de Isolamento

Este ensaio pode ser realizado desde que previamente requerido como exigência adicional.

As amostras devem ser preparadas e ensaiadas conforme a ABNT NBR 6813 e o fator de



correção de resistência de isolamento obtido deve ser, aproximadamente, igual ao previamente fornecido pelo fabricante.

5.4.4.8. Ensaio de Resistência à Abrasão

O corpo de prova deve ser obtido retirando-se de um dos condutores do cabo multiplexado um comprimento de aproximadamente 150 mm.

O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 11873 (cabos cobertos), onde após 1.000 ciclos de abrasão a lâmina não deve desbastar mais de 0,25 mm da espessura da isolação.

5.4.4.9. Ensaio Físicos do Composto de Isolação

Estes ensaios estão indicados na Tabela 6 do Anexo 7.2., com os respectivos métodos de ensaio e requisitos.

5.4.4.10. Ensaio Físicos da Isolação após Envelhecimento Artificial em Câmara UV

Este requisito é obrigatório à isolação de cabos de qualquer cor.

Os corpos de prova devem ser submetidos às condições de ensaios por 2000 h.

Após o tempo de exposição especificado, os corpos de prova não podem apresentar variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura menor ou maior que 25%, em relação aos seus respectivos valores originais obtidos em amostras sem envelhecimento.

O ensaio deve ser realizado conforme a metodologia e as condições descritas na ASTM G 155, método A. Os corpos de prova para os ensaios mecânicos devem ser retirados, após o envelhecimento, da face exposta à radiação, o mais próximo possível da superfície externa. Os corpos-de-prova devem ser preparados conforme a ABNT NBR NM-IEC 60811-1-1.

Quando não for possível preparar o corpo-de-prova preservando a camada colorida, de comum acordo entre o fabricante e a Celesc D, pode ser definido outro método para elaboração dos ensaios.

5.4.4.11. Ensaio de Ruptura do Condutor Neutro

O ensaio de ruptura no condutor neutro deverá ser realizado conforme a ABNT NBR-7272.



Os requisitos deste ensaio estão indicados na Tabela 4 do Anexo 7.2. desta Especificação.

5.4.5. Relatórios dos Ensaios

O fornecedor deve remeter à Celesc Distribuição S.A. a quantidade solicitada de cópias dos relatórios dos ensaios efetuados, devidamente assinados pelo representante do fabricante e pelo inspetor da Celesc D.

Os relatórios de ensaios devem ser apresentados em formulários de tamanho A4 da ABNT. Todos os desenhos e tabelas devem ser confeccionados nos formatos padronizados pela ABNT.

Os relatórios de ensaios devem conter as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, além de conter, no mínimo, as seguintes informações:

5.4.5.1. Relatório de Ensaio de Tipo

Requisitos mínimos que devem constar dos relatórios de ensaios de tipo:

- a) nome do ensaio;
- b) nome e marca comercial do fabricante;
- c) descrição da amostra a ser ensaiada, como nome comercial, classificação segundo a norma correspondente da ABNT, materiais do condutor e isolamento, características gerais e dimensões;
- d) data de fabricação da amostra, número da ordem de fabricação ou documento equivalente emitido pelo fornecedor;
- e) datas de início e término dos ensaios;
- f) nome do laboratório onde os ensaios foram executados;
- h) descrição sumária do processo de ensaio, com constantes, métodos, normas técnicas, instrumentos empregado e em que condições o referido ensaio for realizado;
- i) valores obtidos no ensaio (em cada corpo de prova ensaiado);



- j) memória de cálculo com resultados e eventuais observações;
- k) atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o cabo ensaiado passou ou não no referido ensaio;
- l) certificado de calibração para cada equipamento utilizado nos ensaios;
- m) nomes legíveis e assinaturas dos responsáveis pelos ensaios.

Junto com os relatórios de ensaio de tipo devem ser anexados os seguintes itens:

- a) desenho esquemático do equipamento com identificação de suas principais partes;
- b) declaração afirmando que o projeto do cabo não sofreu alteração desde a data de produção da amostra;
- c) ficha técnica de controle de recebimento de matéria prima com as grandezas e padrões a serem controlados;
- d) memorial de cálculo indicando os valores de capacidade de condução de corrente, indutâncias, queda de tensão e outros parâmetros elétricos para a família de cabos referentes a esta Especificação;
- e) gráficos das correntes de curto circuito admissíveis.

5.4.5.2. Relatório de Ensaio de Recebimento

- a) nome do ensaio;
- b) nomes da Celesc D e nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) número e item da ordem de compra, autorização de fornecimento ou documento equivalente emitido pela Celesc D;
- d) número da ordem de fabricação ou documento equivalente emitido pelo fornecedor;
- e) datas de início e término dos ensaios;



- f) nome do laboratório onde os ensaios foram executados;
- g) identificação e quantidade dos cabos submetidos a ensaio (tamanho do lote, número de identificação das unidades, carretéis, amostrados e ensaiados);
- h) descrição sumária do processo de ensaio, com constantes, métodos, normas técnicas e instrumentos empregados;
- i) valores obtidos no ensaio (em cada corpo de prova ensaiado);
- j) memória de cálculo com resultados e eventuais observações;
- k) atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o cabo ensaiado passou ou não no referido ensaio;
- l) nomes legíveis e assinaturas do inspetor da Celesc D e do responsável pelos ensaios.

5.5. Aceitação e Rejeição

5.5.1. Inspeção Visual

Antes de qualquer ensaio, deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as unidades de medição para verificar:

- a) características gerais do cabo;
- b) identificação do cabo;
- c) acondicionamento e marcação da embalagem;
- d) comprimento do cabo no rolo ou no carretel.

Devem ser rejeitadas, de forma individual, as unidades de expedição que não cumpram as referidas condições.



5.5.2. Amostragem

5.5.2.1. Ensaio de Recebimento

Os ensaios de recebimento devem ser feitos sobre todas as unidades de expedição (rolos ou carretéis) com a finalidade de demonstrar a integridade do cabo.

O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e de rejeição para os ensaios de recebimento devem estar de acordo com a Tabela 7 do Anexo 7.2. desta Especificação.

De cada carretel devem ser retirados corpos de prova do cabo completo, em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos. Se em um corpo de prova for rejeitado em qualquer ensaio, esse deverá ser repelido em 2 outros corpos de prova da mesma amostra (bobina). Ocorrendo nova falha, a amostra será considerada defeituosa.

A quantidade total de amostras defeituosas deve ser levada à Tabela 7 do Anexo 7.2. desta Especificação, que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

Sobre todas as unidades de expedição que tenham cumprido o estabelecido no inciso 5.4.1., devem ser aplicados os ensaios de recebimento, aceitando-se somente as unidades que satisfizerem os requisitos especificados.

Devem ser rejeitadas, de forma individual, as unidades de expedição que não cumpram os requisitos dos referidos ensaios.

Para a inspeção podem ser adotados 2 procedimentos:

- a) acompanhamento por parte dos inspetores, dos ensaios de rotina realizados pelo fornecedor;
- b) adoção de amostragem, por ocasião da apresentação do lote para inspeção final, segundo critérios estabelecidos conforme a Especificação da Celesc D.

A aceitação deste procedimento não exime o fornecedor de apresentar o relatório dos ensaios de rotina.

A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional deve ser feita de acordo com as recomendações da ABNT NBR 5426.



5.5.2.2. Ensaio de Tipo

O número de carretéis ou rolos a serem submetidos aos ensaios de tipo será objeto de negociação entre a Celesc D e o fornecedor.

O corpo de prova deve ser constituído por um comprimento de 10 m a 15 m do cabo completo e deve ser tirado de uma unidade qualquer de expedição. Observar o recomendado na ABNT NBR-8182 e a norma correspondente de cada ensaio.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Consultas

Na aplicação desta Especificação pode ser necessário consultar:

E-313.0045 - Certificação de Homologação de Produtos;

E-141.0001 – Padrão de Embalagens;

ABNT NBR 5118 - Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos – Especificação;

ABNT NBR 5410 - Instalações elétricas de baixa tensão;

ABNT NBR 5285 - Fios de liga alumínio-magnésio-silício, têmpera T81, nus, de seção circular, para fins elétricos – Especificação;

ABNT NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento;

ABNT NBR 5456 - Eletricidade geral – Terminologia;

ABNT NBR 5471 - Condutores elétricos – Terminologia;

ABNT NBR 6236 - Madeiras para carretéis para fios, cordoalhas e cabos;

ABNT NBR 6251 - Cabos de potência com isolamento sólida extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Construção – Padronização;



ABNT NBR 6810 - Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos - Método de ensaio;

ABNT NBR - 6813 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento - Método de ensaio;

ABNT NBR 6814 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica - Método de ensaio;

ABNT NBR 6815 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos;

ABNT NBR 6881 - Fios e cabos elétricos de potência ou controle - Ensaio de tensão elétrica - Método de ensaio;

ABNT NBR 7103 - Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos – Especificação;

ABNT NBR 7271 - Cabos de alumínio para linhas aéreas;

ABNT NBR 7272 - Condutor elétrico de alumínio - Ruptura e característica dimensional - Método de ensaio;

ABNT NBR 7312 - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais – Padronização;

ABNT NBR 8182 - Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolação extrudada de PE ou XLPE para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho;

ABNT NBR 10298 - Cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus, para linhas aéreas – Especificação;

ABNT NBR 10537 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de centelhamento - Método de ensaio;

ABNT NBR 11137 - Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas – Padronização;

ABNT NBR 11301 - Cálculo da capacidade de condução de correntes de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%) – Procedimento;



ABNT NBR 11873 - Cabos cobertos com material polimérico para redes de distribuição aérea de energia elétrica fixados em espaçadores, em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV;

ABNT NBR NM 280 - Especifica as seções nominais padronizadas de 0,5 mm² a 2000 mm², bem como o número e diâmetros dos fios e valores de resistência elétrica para condutores de cabos elétricos e cordões flexíveis isolados;

ABNT NBR NM 244 - Condutores e cabos isolados - Ensaio de centelhamento;

ABNT NBR NM-IEC 60811-1-1 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas;

ABNT NBR NM-IEC 60811-1-2 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico;

ABNT NBR NM-IEC 60811-1-3 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa - Ensaio de absorção de água - Ensaio de retração;

ABNT NBR NM-IEC 60811-2-1 - Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Capítulo 1: Ensaio de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral;

ABNT NBR NM IEC 60811-4-1 - Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos. Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno - Capítulo 1: Resistência à fissuração por ação de tensões ambientais - Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar - Medição do índice de fluidez - Determinação do teor de negro-de-fumo e/ou de carga mineral em polietileno;

ASTM G-155 - Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-metallic Materials.

6.2. Garantia

O fabricante deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados, de acordo com os requisitos desta Especificação para uma vida útil média de 35 anos e durante 5 anos a reposição, livre de despesas, de qualquer cabo considerado defeituoso, devido a eventuais deficiências de projeto, matéria prima ou fabricação.



7. ANEXOS

7.1. Ensaaios

7.2. Tabelas

7.3. Figuras

7.4. Correntes Máximas Admissíveis de Curto-circuito

7.5. Controle de Revisões

7.6. Histórico de Revisões

7.1. Ensaio

Tabela 1 - Ensaio de Tipo e Recebimento

ITEM	NOME DO ENSAIO	CONDUTOR FASE	ISOLAÇÃO	CABO MENSAG.	CABO	NORMA DE REFRÊNCIA
1	Verificação dimensional da construção do cabo e sua isolação	T/R	T/R	T/R	T/R	ABNT NBR NM 280/ABNT NBR 10298 ABNT NBR NM-IEC 60811-1-1 ABNT NBR 5118/ABNT NBR 8182
2	Ensaio de resistência elétrica	T/R		T/R		ABNT NBR 6814/ABNT NBR 6815 ABNT NBR NM 280 ABNT NBR 10298/ABNT NBR 8182
3	Ensaio de tensão elétrica				T/R	ABNT NBR 6881/ABNT NBR 8182
4	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente				T/R	ABNT NBR 6813/ABNT NBR 8182
5	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima em regime permanente				T	ABNT NBR 6813 - 8182
6	Ensaio de tensão elétrica de longa duração				T	ABNT NBR 6881/ABNT NBR 8182
7	Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento				T*	ABNT NBR 6813
8	Ensaio de resistência à abrasão				T*	ITEM 7.4.8 ABNT NBR 11873
9	Ensaio físicos do composto de isolação - tração do material da isolação - absorção de água - retração		T			Tabela 6 do Anexo 7.2.
	- alongamento a quente do material da isolação		T/R			
10	Ensaio físicos nos compostos da isolação após envelhecimento artificial em câmara uv		T			ASTM G 155 (método A)
11	Ensaio para determinação do teor de negro de fumo		T			ABNT NBR NM IEC 60811-4-1
12	Ensaio mecânicos e elétricos dos condutores	T		T		ABNT NBR 10298/ABNT NBR 5285

T - Ensaio de tipo

R - Ensaio de recebimento

* - Ensaio de tipo complementar

Antes da realização dos ensaios deverá ser feita a inspeção visual

**7.2. Tabelas**

As Tabelas a seguir se referem à seguinte construção do cabo multiplexado de baixa tensão - condutor de alumínio - 0,6/1 kV - isolamento XLPE.

Tabela 2 - Características Físicas do Condutor Fase Alumínio 0,6/1 kV

CONDUTOR FASE (CA)					CABO COMPLETO (CA/CAL)		
Seção nominal (mm ²)	Número de fios (mínimo)	Diâmetro do condutor (mm)		Espessura da isolação (mm)	Diâmetro externo do conjunto (aprox.) mm	Massa cabo completo neutro nu (aprox.) kg/km	Massa cabo completo neutro isolado (aprox.) kg/km
		min	max				
1x1x10 + 10	6	3,2	4,0	1,2	10	79	92
1x1x16 + 16	6	4,6	5,2	1,2	12	112	134
1x1x25 + 25	6	5,6	6,5	1,4	15	168	-
1x1x35 + 35	6	6,6	7,5	1,6	18	235	-
2x1x10 + 10	6	3,2	4,0	1,2	12	131	137
2x1x16 + 16	6	4,6	5,2	1,2	14	180	198
2x1x25 + 25	6	5,6	6,5	1,4	17	265	299
2x1x35 + 35	6	6,6	7,5	1,6	20	365	415
3x1x10 + 10	6	3,2	4,0	1,2	14	183	182
3x1x16 + 16	6	4,6	5,2	1,2	17	235	262
3x1x25 + 25	6	5,6	6,5	1,4	20	360	398
3x1x35 + 35	6	6,6	7,5	1,6	23	500	551
3x1x50 + 35	7	7,7	8,6	1,6	25	630	679
3x1x70 + 50	10	9,3	10,2	1,8	31	880	941
3x1x120 + 70	15	12,5	13,5	2,0	39	1450	1491



Tabela 3 - Características Elétricas do Condutor Fase Alumínio 0,6/1 kV

Seção (mm ²)	Resistência elétrica temp. nominal no condutor 90°C (Ohm/km)	Reatância indutiva (Ohm/km)	Corrente admissível (A) temp. no condutor - 90°C	
			Amb. 30°C	Amb. 40°C
1x1x10 + 10	3,9489	0,1062	74	65
1x1x16 + 16	2,4489	0,1027	98	86
1x1x25 + 25	1,5387	0,1003	130	115
1x1x35 + 35	1,1131	0,0999	161	142
2x1x10 + 10	3,9489	0,1062	63	55
2x1x16 + 16	2,4489	0,1027	83	73
2x1x25 + 25	1,5387	0,1003	111	97
2x1x35 + 35	1,1131	0,0999	136	119
3x1x10 + 10	3,9489	0,1062	51	44
3x1x16 + 16	2,4489	0,1027	68	59
3x1x25 + 25	1,5387	0,1003	93	80
3x1x35 + 35	1,1131	0,0999	116	100
3x1x50 + 35	0,8223	0,0966	141	122
3x1x70 + 50	0,5687	0,0948	181	157
3x1x120 +70	0,3257	0,0916	265	229



Tabela 4 - Cabo Mensageiro - Características Físicas/Elétricas

Tipo	Seção nominal (mm ²)	Número de fios/diâmetro nominal (mm)	Diâmetro cabo (mm)		Resistência elétrica máxima a 20°C CC (Ω/km)	Espessura da isolação (mm)	Massa nominal aproximada para o cabo nu (kg/km)	Carga de ruptura mínima (daN)	Coeficiente de dilatação linear (m/°C)
			Nu	Isol					
CA	10	7 / 1,36	4,08	6,48	3,080	1,2	28	190	23 x 10 ⁻⁶
CA	16	7 / 1,70	5,10	7,50	1,910	1,2	44	290	
CA	25	7 / 2,06	6,18	9,13	1,200	1,4	64	420	
CAL	35	7 / 2,50	7,50	10,70	0,968	1,6	94	1060	
CAL	50	7 / 3,00	9,00	12,20	0,672	1,6	135	1520	
CAL	70	7 / 3,45	10,35	14,10	0,508	1,8	179	2020	

Tabela 5 - Temperatura Máxima do Condutor

Condições de operação	Temperatura máxima no condutor (°C)
Regime permanente	90
Regime de sobrecarga	130
Regime de curto-circuito	250



Tabela 6 - Requisitos Físicos do Composto de Isolação Polietileno Termofixo - XLPE

Item	Ensaio	Requisito	Unidade	Método de ensaio
1	Ensaio de tração			
1.1	Sem envelhecimento: - resistência à tração - mínimo - alongamento à ruptura	12,5 200	MPa %	
1.2	Após envelhecimento em estufa a ar sem o condutor: - temperatura - duração - variação máxima **	135±3°C 7 25	°C dias %	ABNT NBR NM-IEC 60811-1-2
1.3	Após envelhecimento em estufa a ar com o condutor: - temperatura - duração - variação máxima **	150± 3 7 30	°C dias %	
1.4	Após envelhecimento em estufa a ar com condutor, seguido de ensaio dobramento (somente se 1.3 não for exequível): - temperatura - duração	150± 3 10	°C dias	
2	Alongamento a quente: - temperatura - tempo sob carga - solicitação mecânica - máximo alongamento sob carga - máximo alongamento após resfriamento	200± 3 15 0,20 175 15	°C min. MPa % %	ABNT NBR NM-IEC 60811-2-1
3	Absorção de água Método gravimétrico: - duração da imersão - temperatura - variação máxima permissão de massa	14 85± 2° 1	Dias °C mg/cm ²	ABNT NBR NM-IEC 60811-1-3
4	Retração - temperatura - duração - retração máxima permitível	130± 3 1 4	°C hora %	
5	Teor de negro de fumo - porcentagem mínima	2	%	ABNT NBR 7104

Nota: **: variação máxima - é a diferença entre o valor mediano de resistência à tração e alongamento à ruptura, obtido após o envelhecimento e o valor mediano obtido sem envelhecimento, expressa como porcentagem deste último.



Tabela 7 - Planos de Amostragem para Ensaios de Recebimento

Tamanho do lote	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
Até 25	-	3	0	1
26 a 90	1º	8	0	2
	2º	8	1	2
91 a 150	1º	13	0	3
	2º	13	3	4
151 a 280	1º	20	1	4
	2º	20	4	5
281 a 500	1º	32	2	5
	2º	32	6	7
501 a 1200	1º	50	3	7
	2º	50	8	9

Notas:

1. Regime de inspeção normal - amostragem dupla

Nível de inspeção II - NQA = 4%

2. Ac = número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote

Re = número de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote

3. Procedimentos para a amostragem dupla:

- inicialmente ensaiar um número de unidades igual ao da primeira amostra obtida na Tabela 7 do Anexo 7.2. desta Especificação;
- se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre Ac e Re (excluídos estes valores) deve ser ensaiada a segunda amostra;
- o total de unidades defeituosas encontrado após ensaiadas as duas amostras deve ser menor ou igual ao maior Ac especificado.

**Tabela 8 - Fatores para Correção da Resistência de Isolamento em Função da Temperatura**

Temperatura °C	Coeficiente/°C								
	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
5	0,42	0,36	0,32	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14
6	0,44	0,39	0,34	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16
7	0,47	0,41	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18
8	0,50	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21
9	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24
10	0,56	0,51	0,46	0,42	0,39	0,35	0,32	0,29	0,27
11	0,59	0,54	0,50	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,31
12	0,63	0,58	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,38	0,35
13	0,67	0,62	0,58	0,55	0,51	0,48	0,45	0,43	0,40
14	0,70	0,67	0,63	0,60	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46
15	0,75	0,71	0,68	0,65	0,62	0,59	0,57	0,54	0,52
16	0,79	0,76	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59
17	0,84	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67
18	0,89	0,87	0,86	0,84	0,83	0,81	0,80	0,78	0,77
19	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,88
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
22	1,12	1,14	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,28	1,30
23	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33	1,37	1,40	1,44	1,48
24	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,52	1,57	1,63	1,69
25	1,34	1,40	1,47	1,54	1,61	1,69	1,76	1,84	1,93
26	1,42	1,50	1,59	1,68	1,77	1,87	1,97	2,08	2,19
27	1,50	1,61	1,71	1,83	1,95	2,08	2,21	2,35	2,50
28	1,59	1,72	1,85	1,99	2,14	2,30	2,48	2,66	2,85
29	1,69	1,84	2,00	2,17	2,36	2,56	2,77	3,00	3,25
30	1,79	1,97	2,16	2,37	2,59	2,84	3,11	3,39	3,71
31	1,90	2,10	2,33	2,58	2,85	3,15	3,48	3,84	4,23
32	2,01	2,25	2,52	2,81	3,14	3,50	3,90	4,33	4,82
33	2,13	2,41	2,72	3,07	3,45	3,88	4,36	4,90	5,49
34	2,26	2,58	2,94	3,34	3,80	4,31	4,89	5,53	6,26
35	2,40	2,76	3,17	3,64	4,18	4,78	5,47	6,25	7,14
36	2,54	2,95	3,43	3,97	4,59	5,31	6,13	7,07	8,14
37	2,69	3,16	3,70	4,33	5,05	5,90	6,87	7,99	9,28
38	2,85	3,38	4,00	4,72	5,56	6,54	7,69	9,02	10,58
39	3,03	3,62	4,32	5,14	6,12	7,26	8,61	10,20	12,06
40	3,21	3,87	4,66	5,60	6,73	8,06	9,65	11,52	13,74



Tabela 8 - Parte II

Temperatura °C	Coeficiente/°C								
	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23
5	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04
6	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06
7	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
8	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
9	0,21	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
10	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13
11	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16
12	0,33	0,31	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19
13	0,38	0,35	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23
14	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29
15	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36
16	0,57	0,55	0,53	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44
17	0,66	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,54
18	0,76	0,74	0,73	0,72	0,71	0,69	0,68	0,67	0,66
19	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23
22	1,32	1,35	1,37	1,39	1,42	1,44	1,46	1,49	1,51
23	1,52	1,56	1,60	1,64	1,69	1,73	1,77	1,82	1,86
24	1,75	1,81	1,87	1,94	2,01	2,07	2,14	2,22	2,29
25	2,01	2,10	2,19	2,29	2,39	2,49	2,59	2,70	2,82
26	2,31	2,44	2,57	2,70	2,84	2,99	3,14	3,30	3,46
27	2,66	2,83	3,00	3,19	3,38	3,58	3,80	4,02	4,26
28	3,06	3,28	3,51	3,76	4,02	4,30	4,59	4,91	5,24
29	3,52	3,80	4,11	4,44	4,79	5,16	5,56	5,99	6,44
30	4,05	4,41	4,81	5,23	5,69	6,19	6,73	7,30	7,93
31	4,65	5,12	5,62	6,18	6,78	7,43	8,14	8,91	9,75
32	5,35	5,94	6,58	7,29	8,06	8,92	9,85	10,87	11,99
33	6,15	6,89	7,70	8,60	9,60	10,70	11,92	13,26	14,75
34	7,08	7,99	9,01	10,15	11,42	12,84	14,42	16,18	18,14
35	8,14	9,27	10,54	11,97	13,59	15,41	17,45	19,74	22,31
36	9,36	10,75	12,33	14,13	16,17	18,49	21,11	24,09	27,45
37	10,76	12,47	14,43	16,67	19,24	22,19	25,55	29,38	33,76
38	12,38	14,46	16,88	19,67	22,90	26,62	30,91	35,85	41,52
39	14,23	16,78	19,75	23,21	27,25	31,95	37,40	43,74	51,07
40	16,37	19,46	23,11	27,39	32,43	38,34	45,26	53,36	62,82



Tabela.9 - Sistema Trifásico - 380/220 V

Seção (mm ²)	Coeficiente de Queda de Tensão (% p/kVA x 100m) Temperatura a 90°C		
	COS ϕ = 1,00	COS ϕ = 0,90	COS ϕ = 0,80
3x1x35+35	0,0773	0,0720	0,0672
3x1x50+35	0,0535	0,0516	0,0475
3x1x70+50	0,0382	0,0373	0,0364
3x1x120+70	0,0223	0,0232	0,0217

Notas:

1. Condutor de alumínio encordoamento classe 2, compactado circular para redes secundárias de distribuição.
2. Isolação - XLPE.
3. Temperatura normal de operação do condutor: 90°C.
4. Temperatura ambiente média: 30°C (máxima de 40°C).
5. Correntes admissíveis: ABNT NBR 5410/2004 - Tabela 33 métodos de instalação E e F.
6. Para o diâmetro externo do conjunto adotou-se o diâmetro do mensageiro e o valor máximo do diâmetro do condutor fase.
7. Demais dados retirados de catálogos de fabricantes.



Tabela 10 - Embalagens, Utilização e Códigos de Suprimento

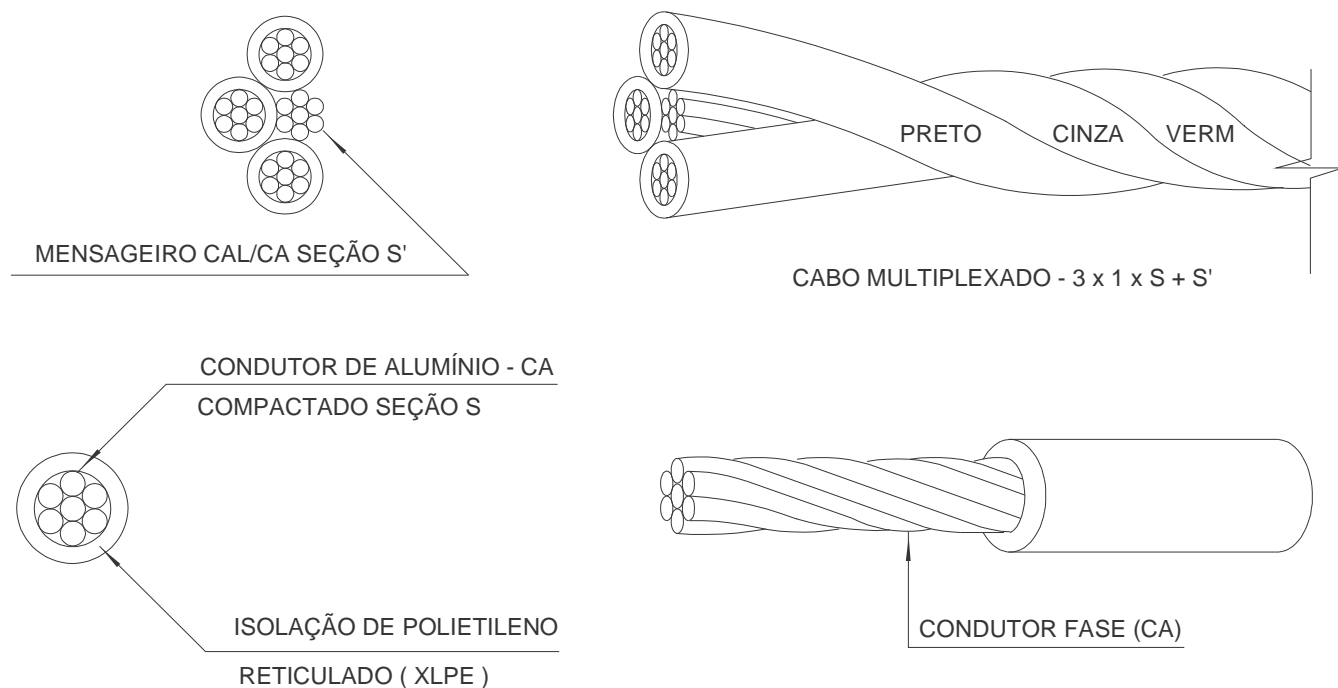
Seção (mm ²)	Isolação do neutro	Utilização	Código Celesc		
			Rolo de 40 kg		Bobina nominal
			Quantidade (m)	Código	Código
1x1x10 + 10	Isolado	Ramal de ligação	350	34171	-
1x1x16 + 16	Isolado	Ramal de ligação	250	34172	-
1x1x35 + 35	Nu	Ramal de ligação	-	-	17924
2x1x10 + 10	Isolado	Ramal de ligação	250	34173	-
2x1x16 + 16	Isolado	Ramal de ligação	150	34174	-
2x1x25 + 25	Isolado	Ramal de ligação	130	34175	-
2x1x35 + 35	Nu	Rede	-	-	21839
3x1x10 + 10	Isolado	Ramal de ligação	200	34176	-
3x1x16 + 16	Isolado	Ramal de ligação	130	34177	-
3x1x25 + 25	Isolado	Ramal de ligação	100	34178	-
3x1x35 + 35	Isolado	Ramal de ligação ⁽¹⁾	-	-	34179
3x1x35 + 35	Nu	Rede	-	-	15553
3x1x50 + 35	Isolado	Ramal de ligação ⁽¹⁾	-	-	33223
3x1x50 + 35	Nu	Rede	-	-	34254
3x1x70 + 50	Isolado	Ramal de ligação ⁽¹⁾	-	-	33224
3x1x70 + 50	Nu	Rede	-	-	34255
3x1x120 +70	Isolado	Ramal de ligação ⁽¹⁾	-	-	34180
3x1x120 +70	Nu	Rede	-	-	17928

Nota (1):

A utilização destes cabos em redes fica condicionada a áreas com alto índice de poluição, seja ela ambiental ou industrial.

7.3. Figuras

Figura 1 - Características do Cabo

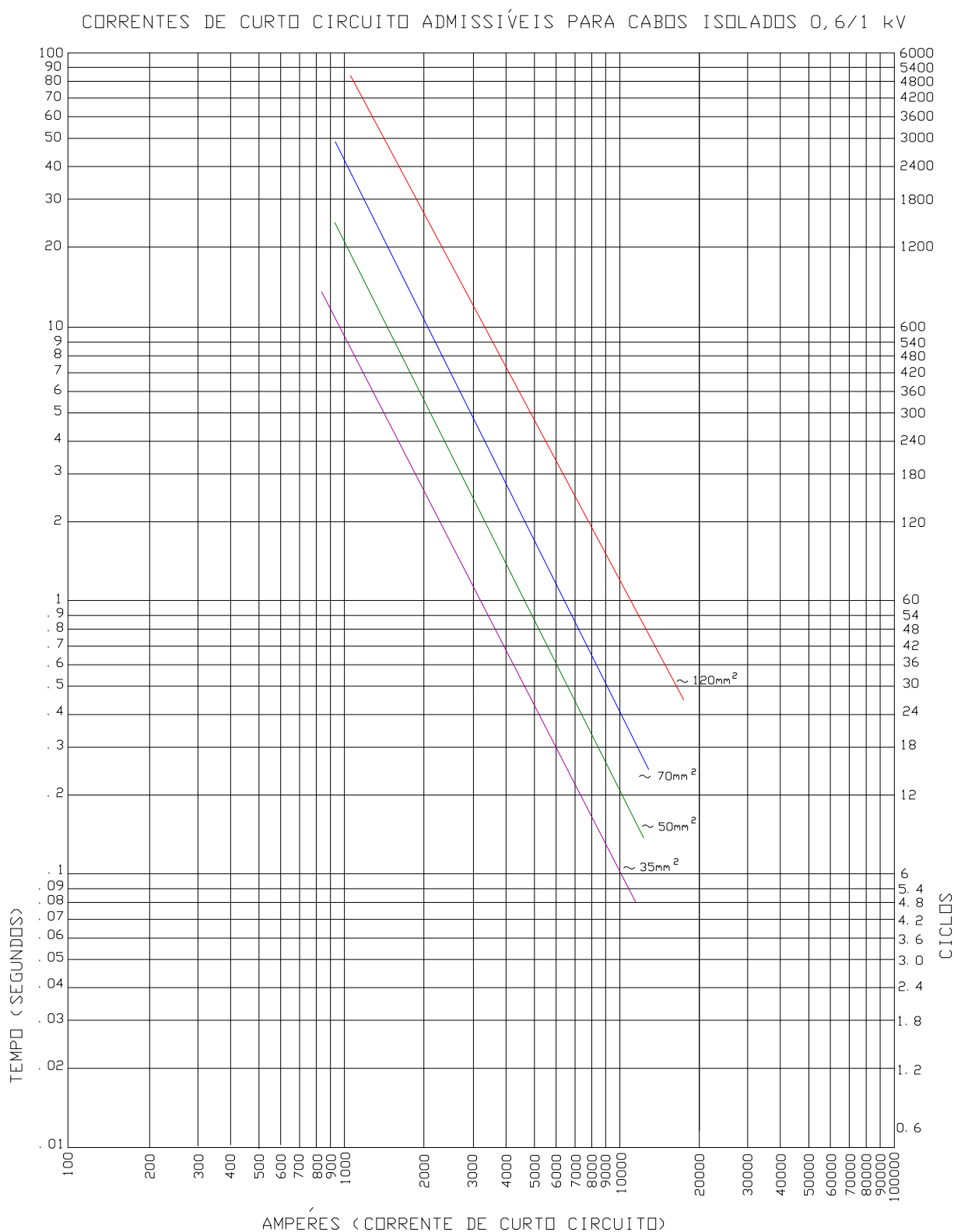


Nota:

Para os cabos com o neutro isolado, a isolação deve ser em XLPE e utilizar a cor azul-claro para identificação.



7.4. Corrente de Curto-Circuito Admissível



**7.5. Controle de Revisões****Tabela A.4 - Histórico das revisões**

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	DTE nº 349/2008 – 02/03/2008	APD	GMTK	PNA
1	DDI nº 144/2012 – 17/07/2012	APD	GMTK	PNA
2	DDI nº 084/2013 – 03/09/2013	APD	GMTK	VLG
3	Atual	APD	GMTK	SLR

Tabela A.5 – Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
1	1	Introdução da abreviatura Celesc D
2	1	Acrescentado às empreiteiras e Clientes
5.1	3	Retirada a E-313.0063 que foi incorporada a E-313.0045
5.2.2		Acrescentado a exigência de atendimento da E-141.0001
5.3.1.1	11	Obrigatoriedade da isolamento em camada dupla para veias coloridas, com a camada interna preta para promover garantia e melhor resistência a radiação ultravioleta.
Geral		Correções de texto e índices.



7.6 Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
3ª	Jan/2015	Ver Anexo 7.4	DPEP/DVEN

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0057	ISOLADORES TIPO PILAR POLIMÉRICOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO ATÉ 34,5kV E LINHAS DE TRANSMISSÃO ATÉ 138kV	1/19

1. FINALIDADE

Definir os requisitos mínimos exigíveis para a qualificação e a aceitação dos isoladores compostos poliméricos do tipo pilar (line-post), para linhas e redes aéreas convencionais no Sistema de Distribuição e Transmissão da Celesc Distribuição S.A., nas tensões nominais de 13,8 a 138 kV.

Os isoladores com tensão nominal de 24,2kV devem ser utilizados nas redes com tensão nominal 13,8kV.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às Agências Regionais, demais órgãos usuários e aos fornecedores dos materiais.

3. ASPECTOS LEGAIS

O material especificado neste documento tem como base as recomendações contidas na norma NBR 15232 – Isolador pilar composto para linhas aéreas de corrente alternada, com tensões acima de 1000V.

Também pode ser necessário consultar:

- a) NBR 5032 - Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1000 V – Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada – definições, métodos de ensaio e critérios de aprovação;
- b) NBR 5049 - Isoladores de porcelana ou vidro para linhas aéreas e subestações de alta tensão - Método de ensaio;



- c) NBR 5426 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento;
- d) NBR 5456 - Eletricidade geral – Terminologia;
- e) NBR 5472 - Isoladores e buchas para eletrotécnica – Terminologia;
- f) NBR 6323 - Produtos de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente – Especificação;
- g) NBR 6936 - Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão;
- h) NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência - Método de ensaio;
- i) NBR 7399 - Produto de aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio;
- j) NBR 7875 - Instrumentos de medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz (padrão CISPR) – Padronização;
- k) NBR 7876 - Linhas e equipamentos de alta tensão - Medição de radiointerferência na faixa de 0,15 a 30 MHz - Método de Ensaio;
- l) NBR 8158 - Ferragens Eletrotécnicas para Redes Urbanas e Rurais de Distribuição de Energia Elétrica;
- m) NBR 9512 - Fios e cabos elétricos - Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta B proveniente de lâmpadas fluorescentes - Método de Ensaio;
- n) NBR 10296 - Material Isolante Elétrico - Avaliação de sua Resistência ao Trilhamento Elétrico e Erosão sob Severas Condições Ambientais - Método de Ensaio;
- o) NBR 10621 - Isoladores – Ensaio sob poluição artificial – Método de ensaio;
- p) NBR 15232 - Isolador-pilar composto para linhas aéreas de corrente alternada, com tensões acima de 1000V;



- q) NBR 15121 - Isolador para alta tensão – Ensaio de medição da radiointerferência;
- r) IEC 60815 - Guide for selection of insulators under polluted conditions;
- s) IEC SC 36B - Insulators of overhead lines;
- t) IEC 60707 - Methods of test for determination of the flammability of solid electrical insulating materials when exposed to a ignition source;
- u) IEC 61952 - Insulators for overhead lines – Composite line post insulators for alternative current with a nominal voltage greater than 1 kV;
- v) ASTM-G-53 - Recommended Practice for Operating Light-and-Water-Exposure Apparatus (Fluorescent UV-Condensation Type) for Exposure of Nonmetallic Materials;
- w) ASTM-D-2565 - Practice for Operating Xenon-Arc Type Light Exposure Apparatus with and without Water for Exposure of Plastics;
- x) ASTM-D-2240 - Test Method Rubber Property - Durometer Hardness;
- y) ISO 3452:1984 - Non-destructive testing – Penetrant inspection – General principles.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Para fins desta Especificação são adotadas as definições da NBR 15232.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Exigências

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerá esta Especificação e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

5.2. Condições Gerais

Os isoladores devem ser projetados para trabalhar sob as seguintes condições normais de serviço:

- a) altitude não superior a 1.500 m acima do nível do mar;
- b) temperatura média do ar ambiente, num período de 24 horas, não superior a +35 °C;
- c) temperatura mínima do ar ambiente igual a - 5° C e máxima igual a +40 °C;
- d) umidade relativa do ar de até 100%;
- e) pressão do vento não superior a 700 Pa (70 daN/m²).

NOTA:

A distância de escoamento dos isoladores para linhas de transmissão (69 e 138kV) está dimensionada para áreas com poluição média. Para aplicação em áreas mais poluídas, deve-se solicitar isoladores com distância de escoamento maiores e são objetos de estudo da área de engenharia.

1.3. Condições Específicas

1.3.1. Características Dimensionais e Eletromecânicas

As características dimensionais e eletromecânicas dos isoladores compostos poliméricos pilar estão indicadas, para cada classe de tensão, nos anexos desta Especificação.

1.3.2. Identificação

Todo isolador deve conter identificação de forma indelével e de caracteres visíveis, como segue:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) mês e ano de fabricação;
- c) tensão nominal (kV);
- d) carga de flexão máxima de projeto - CFMP.

As marcações sobre o corpo isolante não devem produzir saliências ou rebarbas que prejudiquem o desempenho satisfatório dos isoladores. Caso sejam realizadas por impressão à tinta, esta deve ser indelével e resistente ao trilhamento elétrico.

1.3.3. Acondicionamento

Os isoladores devem ser acondicionados em caixas de madeira, de modo adequado ao meio de transporte (ferroviário, rodoviário, marítimo ou aéreo) e ao manuseio.

As caixas de madeira devem ser fabricadas, observando-se o seguinte procedimento:

- a) a embalagem não deverá possuir espaçamento entre as madeiras do invólucro, a fim de evitar a ação dos roedores;
- b) deverá haver espaçadores internos entre as camadas de isoladores para evitar deformações das suas aletas;
- c) deverá ser colocado um filme plástico dentro da embalagem, envolvendo os isoladores, evitando a sujeira e o contato dos isoladores com a madeira da embalagem;
- d) os volumes deverão ser marcados de forma legível e indelével com, no mínimo, as seguintes informações:
 - nome da CELESC;
 - nome e/ou marca comercial do fabricante;
 - identificação completa do conteúdo (tipo e quantidade);
 - massa (bruta e líquida) e dimensões do volume;
 - número da ordem de compra.

O acondicionamento deve ser adequado para resistir às condições severas de manuseio, bem como a outros riscos de transporte e está sujeito à verificação pelo inspetor da Celesc Distribuição S.A.

O fabricante será responsável por qualquer unidade recebida danificada devido ao acondicionamento inadequado. Tais itens devem ser repostos sem ônus para da Celesc Distribuição S.A.

O fornecedor estrangeiro deve encaminhar simultaneamente ao despachante indicado pela concessionária, cópias da relação indicada anteriormente.

1.4. Material

1.4.1. Acabamento

A superfície externa do isolador deve ser homogênea, completamente lisa, isenta de rebarbas, rachaduras, impurezas, porosidades, bolhas e incrustações que possam vir a comprometer o desempenho do material e estar em conformidade com as exigências do ensaio de inspeção visual realizado conforme NBR 15232.

1.4.2. Núcleo

O núcleo deve ser constituído de fibras de vidro com baixo teor de álcali, impregnadas com resina epoxi ou poliéster e comprimidas numa matriz, de tal forma que as fibras fiquem paralelas ao eixo da haste, obtendo-se a máxima resistência à tração.

O núcleo deve resistir a campos elétricos longitudinais e transversais e ser resistente ao trilhamento elétrico, às intempéries e aos raios ultra-violeta.

Resinas com tendência à hidrólise, devido à penetração de umidade, não devem ser empregadas.

1.4.3. Revestimento

O revestimento deve ser constituído de borracha de SILICONE. Não é aceito EPDM ou misturas de borracha de EPDM com óleo de silicone.

O revestimento deve possuir uma espessura mínima de 3 mm, em toda a extensão do isolador. As aletas devem ter o perfil plano e não possuir nervuras internas para aumentar a distância de escoamento do isolador.

O revestimento deve ser homogêneo, impermeável e resistente aos fenômenos de trilhamento, arvorejamento, erosão, fissuras, rachaduras e esfarelamento.

O revestimento deverá ser resistente ao manuseio para evitar danos durante a instalação e deverá suportar lavagens sob pressão nas linhas energizadas de acordo com a norma IEEE Std. 957/1995 "Guide for cleaning insulators".

O material polimérico da superfície externa deve ter resistência ao trilhamento elétrico de classe 2A – 3,5 kV ou superior, conforme NBR 10296.

1.4.4. Ferragens Integrantes (Engates Metálicos)

As ferragens integrantes podem ser de ferro fundido (maleável ou nodular) ou aço carbono, com zincagem a quente (camada média mínima de 100 micra e mínima de 86 micra) conforme NBR 6323.

As ferragens devem ser fixadas às extremidades do núcleo de forma a assegurar uma distribuição uniforme da carga mecânica ao redor de sua circunferência e não permitir seu deslocamento em relação ao núcleo.

O sistema de fixação das ferragens deve garantir a integridade do núcleo, de forma a evitar trincas, fissuras ou esmagamento. As ferragens não devem se soltar quando o isolador for submetido a arcos de potência.

Todas as arestas existentes nos engates metálicos devem ser convenientemente arredondadas, evitando-se pontos proeminentes, objetivando minimizar o efeito de radiointerferência.

1.5. Informações Técnicas Exigidas

No ato da certificação o fornecedor deverá apresentar obrigatoriamente os documentos abaixo relacionados e preencher a tabela de características técnicas do Anexo 7.1. ou 7.2., com todas as informações exigidas.

1.5.1. Certificado Técnico de Ensaios do Isolador

Os certificados técnicos de ensaios são emitidos pela Divisão de Engenharia e Normas - DVEN, conforme E-313.0045 – Certificação Técnica dos Ensaios de Equipamentos, após análise dos ensaios de tipo e projeto do equipamento, verificando a conformidade dos resultados com os requisitos exigidos pelas especificações da Celesc Distribuição S.A.

Estes certificados, quando solicitados, deverão ser apresentados obrigatoriamente, junto com a proposta do lote em que for vencedora, no original ou em fotocópia autenticada.

1.5.2. Desenhos

Desenho do isolador com os seguintes dados:

- a) características dimensionais, tais como passo, distância de escoamento, etc;
- b) norma de engate, quando aplicável;
- c) características elétricas previstas na norma NBR 15232;
- d) características mecânicas – tração de rotina e valores de flexão;
- e) materiais utilizados no revestimento e ferragens para fabricação do isolador.

1.5.3. Curva de Cargas Mecânicas Combinadas

Curva de cargas mecânicas combinadas dos esforço de flexão longitudinal, vertical e compressão, do isolador ofertado, quando aplicável.

1.6. Inspeção e Ensaio

1.6.1. Definição e Responsabilidade

1.6.1.1. Ensaio de Projeto

São realizados pelo fabricante dos isoladores. Destinam-se a verificar a adequação do projeto, dos materiais e do processo de fabricação (tecnologia).

Um projeto de isolador polimérico é definido geralmente por:

- a) materiais do núcleo, do revestimento e processo de fabricação;
- b) projeto, material e método de fixação das ferragens integrantes;
- c) espessura da camada do revestimento sobre o núcleo (incluindo a camisa, onde utilizada).

Como diferentes modelos de isoladores podem ser fabricados segundo um mesmo projeto e utilizando os mesmos materiais e processos de fabricação, esta Especificação prevê que os ensaios de projeto, realizados sobre um determinado modelo, sejam também válidos para toda uma classe de isoladores, desde que estes satisfaçam aos critérios de similaridade previstos na norma NBR 15232.

Nos casos de alterações de projeto ou processo de fabricação, novos ensaios devem ser realizados.

O fornecimento do isolador deve ser condicionado à aprovação dos ensaios de projeto e cópias de certificados destes ensaios deverão ser anexados junto à proposta comercial.

1.6.1.2. Ensaio de Tipo

São executados pelo fabricante e destinam-se a verificar as características principais de um isolador composto polimérico pilar. Os ensaios de tipo devem ser aplicados aos isoladores poliméricos que pertencem a uma classe de projeto já qualificada para verificar as

características de projeto mais importantes de um isolador composto, que dependem principalmente de sua forma e tamanho.

O fornecimento do isolador deve ser condicionado à aprovação nos ensaios de tipo e cópias de relatórios destes ensaios deverão ser anexados junto à proposta comercial.

De comum acordo entre fabricante e a Celesc Distribuição S.A. a realização dos ensaios de tipo pode ser dispensada e substituída por certificados de ensaios.

1.6.1.3. Ensaio de Rotina

Os ensaios de rotina serão executados pelo fabricante em todos os isoladores, durante e após a fabricação.

Os ensaios de rotina destinam-se a eliminar isoladores com defeito de fabricação.

1.6.1.4. Ensaio de Recebimento

Os ensaios de recebimento destinam-se a verificar as características dos isoladores compostos poliméricos pilar que dependem da qualidade da fabricação e dos materiais utilizados.

As amostras são selecionadas aleatoriamente pelo inspetor e os ensaios devem ser executados nas instalações do fabricante, salvo acordo contrário entre o fabricante e a Celesc Distribuição S.A. Por ocasião do recebimento, para fins de aprovação do lote, devem ser executados todos os ensaios de recebimento.

A dispensa da execução de qualquer ensaio e a aceitação do lote não eximem o fabricante da responsabilidade de fornecer os isoladores de acordo com esta Especificação.

1.6.2. Ensaio de Projeto

Os ensaios de projeto e procedimento são indicados na tabela seguinte:

Ensaio (Normas)	Testes componentes	Procedimento
Interfaces e conexões das ferragens integrantes	<ul style="list-style-type: none"> Verificação visual e dimensional Termomecânico de flexão Penetração de água Verificação visual Perfuração sob impulso Tensão disruptiva de 60 Hz a seco Tensão suportável de 60 Hz a seco – 30 minutos 	NBR 15232
Carga no núcleo	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio para verificação da carga máxima de projeto (CFMP) Ensaio de carga de tração 	NBR 15232
Material das saias e do revestimento	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de dureza Ensaio de envelhecimento acelerado (UV – 1000 h) Ensaio de trilhamento e erosão – 1000 h Ensaio de flamabilidade 	NBR 15232
	<ul style="list-style-type: none"> Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico 	NBR 10296
Material do núcleo	<ul style="list-style-type: none"> Penetração de corante Penetração de água 	NBR 15232

1.6.2.1. Ensaio de Resistência ao Trilhamento Elétrico

O ensaio deve ser realizado conforme a metodologia e as condições descritas na NBR 10296.

O material polimérico da superfície externa deve ter resistência ao trilhamento elétrico de classe 2A – 3,5 kV ou superior.

1.6.3. Ensaio de Tipo

Os ensaios devem ser realizados conforme previsto nas normas NBR 15232 e IEC 61952. Além disso devem estar de acordo com a tabela abaixo:

Ensaio	Procedimento
Verificação das dimensões	NBR 15232
Tensão suportável de impulso atmosférico a seco	
Tensão suportável de 60 Hz sob chuva	
Ensaio mecânico de ruptura a flexão (Este ensaio não se aplica a isoladores tipo pilar com base pivotada)	
Radiointerferência	NBR 15121

1.6.4. Ensaio de rotina

Todos os isoladores devem ser submetidos aos ensaios de rotina previstos na norma NBR15232, ou seja:

- identificação do isolador;
- exame visual;
- ensaio mecânico de rotina (tração).

1.6.5. Ensaio de Recebimento

Os ensaios devem ser realizados conforme previsto na norma NBR 15232.

Ensaio	Aplic.	Amostras	Procedimento
Verificação visual / dimensional	Todos	E1 + E2	NBR 15232
Galvanização	Todos	E1	
Verificação da carga de flexão nominal (CFN) (Este ensaio não se aplica a isoladores tipo pilar com base pivotada)	Todos	E1	
Verificação da aderência	Todos	E1	Anexo 7.5.

Antes da execução dos ensaios, deve ser efetuada uma inspeção geral verificando:

- a) quantidade do lote conforme programação;
- b) acondicionamento e identificação dos isoladores e embalagens conforme esta Especificação.

1.6.5.1. Amostragem

Para estes ensaios, 2 grupos de amostras são utilizados, E1 e E2. Os tamanhos destas amostras estão indicados na tabela abaixo. Se mais de 10.000 isoladores são fornecidos, eles devem ser divididos em um número ótimo de lotes compreendidos entre 2.000 e 10.000 isoladores. Os resultados dos ensaios devem ser avaliados separadamente para cada lote. Os isoladores devem ser aleatoriamente selecionados do lote apresentado pelo inspetor. Todos os ensaios de recebimento deverão estar sujeitos ao procedimento de contraprova descrito na NBR 15232.

TAMANHO DO LOTE (N)	TAMANHO DAS AMOSTRAS	
	E1	E2
N = 300	2	1
300 < N = 2.000	4	3
2.000 < N = 5.000	8	4
5.000 < N = 10.000	12	6

1.7. Garantia

O fabricante deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados, de acordo com os requisitos desta Especificação durante três anos e a reposição, livre de despesas, de qualquer isolador considerado defeituoso devido a eventuais deficiências de projeto, matéria-prima ou fabricação.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Não há.

7. ANEXOS

7.1. Características Técnicas dos Isoladores de 24,2 e 34,5kV

7.2. Características Técnicas dos Isoladores de 69 e 138kV

7.3. Desenho do Isolador Composto Polimérico Line Post – Padronização 24,2 e 34,5kV

7.4. Desenho do Isolador Composto Polimérico Line Post – Padronização 69 e 138kV

7.5. Ensaio de Verificação da Aderência



7.1. Características Técnicas dos Isoladores de 24,2 e 34,5 kV

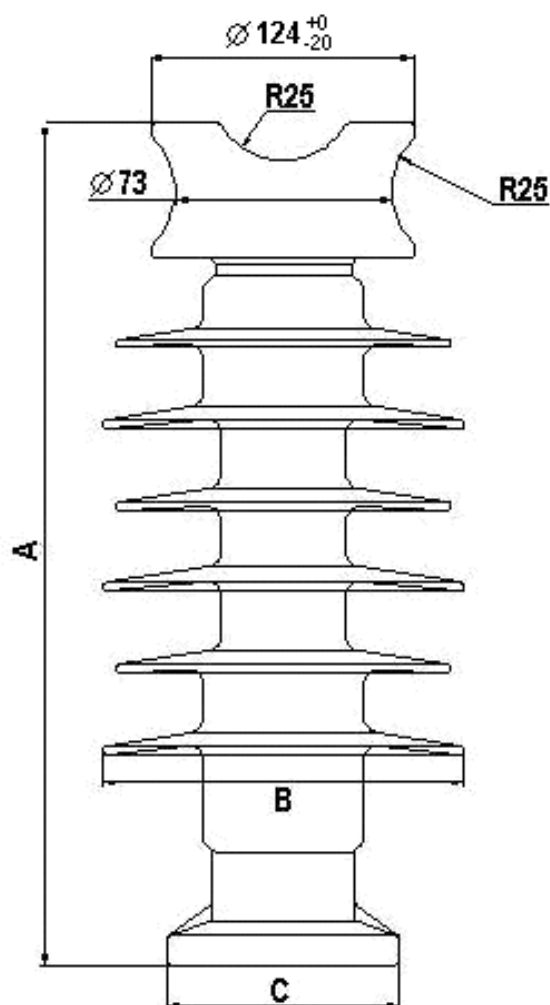
Características						
Classe de Tensão		Unid	24,2 kV		34,5 kV	
Código CELESC		-	5049		23824	
Características dimensionais			Exigidos	Garantidos	Exigidos	Garantidos
Designação		-	Informar		Informar	
Material do revestimento		-	Silicone		Silicone	
aletas	Perfil	-	Sem nervuras		Sem nervuras	
	Quantidade	-	Informar		Informar	
	Diâmetro (D1)	mm	Informar		Informar	
Valor mínimo do passo (X)		mm	Informar		Informar	
Espessura da ferragem terminal (E)		mm	Máx. 19		Máx. 19	
Distância de escoamento nominal mínima		mm	530		720	
Espessura mínima mín. do revestimento		mm	3		3	
Distância de arco		mm	Informar		Informar	
Quantidade de anéis		pç	Informar		Informar	
Características Elétricas						
NBR	Tensão suportável frequência industrial sob chuva	kV rms	50		70	
	Tensão suportável de impulso atmosférico	kV pico	150		170	
RIV	Tensão aplicada a frequência industrial	kV rms	Informar		Informar	
	TRI máxima a 1MHz	µV	100		100	
Características Mecânicas						
Carga de flexão nominal (CFN)		kN	8,0		8,0	
Carga de flexão máxima de projeto (CFMP)		kN	4,0		4,0	
Carga de tração de rotina (CTR)		kN	Informar		Informar	
Peso aproximado do isolador		kg	Informar		Informar	



7.2. Características Técnicas dos Isoladores de 69 e 138 kV

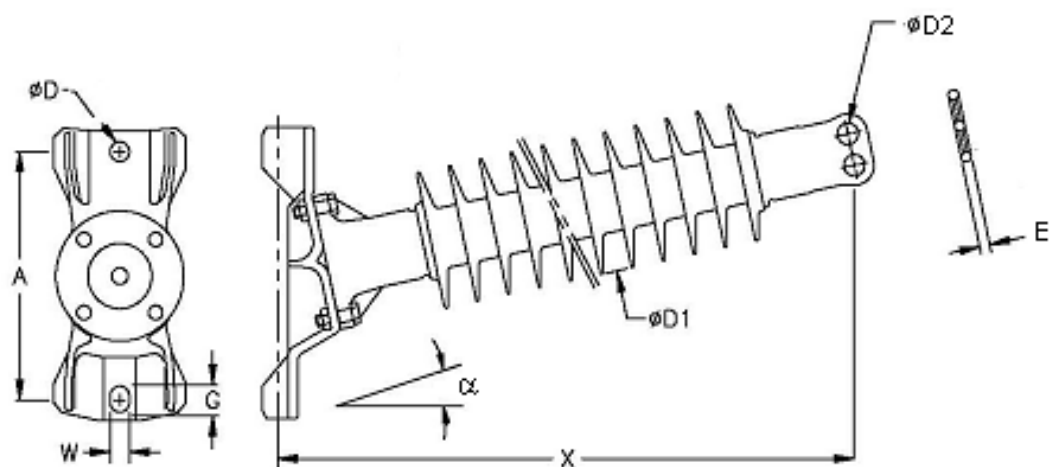
Características						
Classe de Tensão		Unid	69 kV		138 kV	
Código CELESC		-	23120		23121	
Características dimensionais			Exigidos	Garantidos	Exigidos	Garantidos
Designação		-	Informar		Informar	
Material do revestimento		-	Silicone		Silicone	
aletas	Perfil	-	Sem nervuras		Sem nervuras	
	Quantidade	-	Informar		Informar	
	Diâmetro (D1)	mm	Informar		Informar	
Valor mínimo do passo (X)		mm	Informar		Informar	
Ângulo de inclinação do isolador com a base (α)		º	Informar		Informar	
Diâmetro da furação da ferragem terminal (D2)		mm	Entre 22 e 26		Entre 22 e 26	
Distância de escoamento nominal mínima		mm	1794		3450	
Espessura mínima do revestimento		mm	3		3	
Distância de arco		mm	Informar		Informar	
Quantidade de anéis		pç	Informar		Informar	
Características Elétricas						
NBR	Tensão suportável frequência industrial sob chuva	kV rms	170		330	
	Tensão suportável de impulso atmosférico	kV pico	350		650	
RIV	Tensão aplicada a frequência industrial	kV rms	Informar		Informar	
	TRI máxima a 1MHz	μ V	100		100	
Características Mecânicas						
Carga de flexão nominal (CFN)		kN	15,0		8,0	
Carga de flexão máxima de projeto (CFMP)		kN	8,0		4,0	
Carga de tração de rotina (CTR)		kN	Informar		Informar	
Peso aproximado do isolador		kg	Informar		Informar	

7.3. Desenho do Isolador Composto Polimérico Line Post - Padronização 24,2 e 34,5 kV



Item	Tensão Nominal (kV)	Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico a Seco (kV)	Tensão suportável em frequência industrial, sob chuva – 1 minuto (kV)	Distância de Escoamento Mínima (mm)	Carga Mínima de Ruptura à Flexão (kN)	Dimensões (mm)			Rosca da Base	Código Celesc
						A ±8%	B máx	C máx		
1	15 e 24,2	150	50	530	8	290	150	90	M20 x 2,5	5049
2	34,5	170	70	720	8	350	160	90	M20 x 2,5	23824

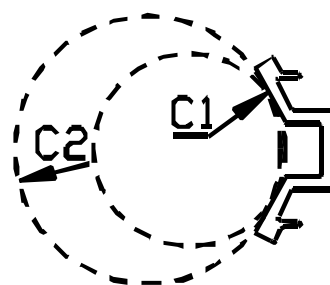
7.4. Desenho do Isolador Composto Polimérico Line Post - Padronização 69 e 138 kV



Descrição	Unidade	Valor exigido
Distância entre furação (A)	mm	305
Diâmetro do furo (D)	mm	25
Dimensão do furo oblongo (G)	mm	38 x 25
Nota: Os valores de α , X, D ₁ , D ₂ e E estão especificados na tabela do Anexo 7.2. deste documento.		

A base de fixação do isolador deve ter a flexibilidade para montagem em estruturas circulares com diâmetros entre C₁ e C₂

- C₁: Diâmetro da estrutura 300 mm
- C₂: Diâmetro da estrutura 500 mm



Nota: Desenhos orientativos sem escala



7.5. Ensaio de Verificação da Aderência

O ensaio de verificação da aderência analisa a qualidade da aderência nas interfaces núcleo/revestimento e ferragens/revestimento.

7.5.1. Amostragem Ensaios de Projeto

Deverão ser ensaiados três isoladores.

7.5.2. Amostragem Ensaios de Recebimento

A amostragem será conforme descrito no ensaio de recebimento (E1) da norma NBR 15232. Este ensaio será realizado após o ensaio de verificação da carga de flexão nominal.

7.5.3. Preparação das Amostras

Com equipamento apropriado (fresa, serra, etc.) deve-se fazer um corte longitudinal até alcançar o núcleo do isolador.

O comprimento do corte deve ser de aproximadamente 250 mm a partir da ferragem do isolador.

Caso ocorra ruptura no ensaio mecânico, o corte será realizado no lado oposto da ruptura ou deslocamento da ferragem.

O corte deve iniciar na ferragem, deixando expostas todas as interfaces do isolador (ferragem/revestimento e núcleo/revestimento) e toda a área de compressão.

7.5.4. Procedimento do Ensaio

Tencionar manualmente o revestimento objetivando deslocá-lo do núcleo e da ferragem. Realizar uma verificação visual para observar a existência da aderência do revestimento nas interfaces (ferragem/revestimento e núcleo/revestimento).

7.5.5. CrITÉrios de Aceitação para Ensaio de Projeto

O revestimento deverá ter aderência em toda a amostra.

Se um único isolador tiver uma região com falta de aderência, o projeto do isolador será rejeitado.

7.5.6. Crítérios de Aceitação para Ensaio de Recebimento

O revestimento deverá está com aderência em toda a região.

Se ocorrer mais de um isolador com uma região sem aderência o lote será rejeitado.

Se um único isolador tiver uma região sem aderência, o ensaio deve ser repetido em uma amostragem duas vezes maior. Se no reteste houver um isolador com falta de aderência, o lote será rejeitado.

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0059	CONECTOR DE PERFURAÇÃO, TIPO PIERCING PARA REDES DE BAIXA TENSÃO ISOLADA	1/25

1. FINALIDADE

Estabelecer os conceitos básicos, princípios de aplicação, ensaios de tipo e recebimento e padronização para o conector de perfuração (conector piercing) para utilização nas redes secundárias isoladas multiplexadas de baixa tensão na área de concessão da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se à Administração Central, Agências Regionais, demais órgãos usuários da Celesc D, as empreiteiras, Clientes e aos fornecedores de materiais.

3. ASPECTOS LEGAIS

O material especificado neste documento tem como base as normas:

- a) NBR 5370;
- b) NBR 5474;
- c) NF-C33-020.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Aplicam-se os conceitos da NBR-5474 complementados pelos termos abaixo:



4.1. Ligação por Perfuração

Conexão obtida por meio de dentes metálicos que atravessam a isolamento do condutor.

4.2. Conector de Perfuração (Conector Piercing)

Conector de perfuração, coberto com material polimérico, resistente a intempéries e aos raios ultravioleta, provido de parafuso fusível mecânico (porca se rompe ao atingir o torque especificado). É utilizado para ligação dos condutores com isolamento.

4.3. Limitador de Torque

Parte calibrada do sistema de aperto que assegura a observância do valor do torque de aperto recomendado pelo fabricante.

4.4. Cabo Tronco

Cabo não cortado que atravessa o conector de perfuração.

4.5. Cabo Derivação

Cabo cuja extremidade é ligada ao condutor tronco.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Condições Gerais

Quanto às exigências para o material especificado prevalecerá esta Especificação, os relatórios técnicos da ABRADDE, as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e eventuais normas de concessionárias estrangeiras.

Para fornecimento, o fabricante deve ser cadastrado, e possuir certificado de homologação de produto - CHP da marca do produto ofertado conforme E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos. Para cada modelo de conector a ser homologado, deve ser fornecido junto com os ensaios de tipo o desenho atualizado do mesmo em arquivo separado.



5.1.1. Identificação

Os conectores devem ser identificados, de forma legível e indelével, com no mínimo:

- a) marca ou nome do fabricante;
- b) seções mínimas e máximas de aplicação dos cabos no tronco e derivação (em mm² conforme Tabela 2);
- c) data (mês/ano) fabricação.

5.1.2. Condições de Utilização

Os conectores de perfuração são apropriados para efetuarem as ligações de cabos em redes de distribuição secundárias isoladas (redes multiplexadas).

5.1.3. Aspectos Construtivos e de Instalação

O conector deve ter revestimento isolante e capuz na cor preta compatível com o material do cabo, resistente a UV e às intempéries, isento de fissuras, asperezas, estrias ou inclusões que comprometam o seu desempenho ou suas condições de utilização.

Construtivamente o conector se compõe de dois corpos isolados que possuem contatos elétricos em forma de lâminas dentadas. Ambos corpos são unidos por um parafuso torquimétrico com cabeça fusível, que se rompe ao alcançar o torque adequado para o correto ajuste do conector.

A impermeabilidade dos conectores deve ser assegurada através de materiais elastoméricos apropriados, não baseada no emprego de graxas, gel, pastas, etc.

Cada conector deve conter, tanto no lado do tronco como na derivação, duas juntas isolantes de material elastomérico, que deverá se auto ajustar ao isolante do condutor durante a conexão, tornando-a estanque e a prova d'água.

No final da aplicação do conector deverá ocorrer, automaticamente, a quebra da cabeça do parafuso fusível indicando o término da conexão e adequada aplicação de torque. Esta servirá também como critério de inspeção visual da correta instalação do conector.

O conector não deve provocar danos ao encordoamento dos cabos utilizados.



O máximo torque de instalação dos conectores não deve ultrapassar a 20 N.m para cabos de seção inferior e igual a 95 mm² e 30 N.m para cabos com seção superior a 95 mm² e inferior a 150 mm².

5.1.4. Acondicionamento

Conforme a Especificação E-141.0001 – Padrão de Embalagens ou consulta ao Departamento de Suprimentos - DPSU.

Os conectores destinados a regiões com ambientes agressivos devem vir identificados em sua embalagem individual primária com os dizeres “USO EM AMBIENTE AGRESSIVO – USO EM ORLA MARÍTIMA”.

5.2. Material

Os conectores devem ser constituídos com materiais que atendam as condições mecânicas, térmicas, químicas e elétricas a que serão submetidos.

- a) parafuso, arruela - aço – zincado, aço inoxidável ou liga de alumínio;
- b) limitador de torque - liga de alumínio, liga de zinco ou material polimérico;
- c) capuz e junta de estanqueidade – elastômero;
- d) lâmina dentada – cobre estanhado;
- e) porca - em liga de alumínio;
- f) revestimento isolante - material polimérico resistente à intempéries e aos raios ultravioleta.

Para os conectores de uso em regiões com ambientes agressivos que provoquem o aceleramento da corrosão, o parafuso deve ser de aço inoxidável e a porca quando distinta do elemento fusível deve ser em liga de cobre estanhada.



5.3. Inspeção

5.3.1. Inspeção Geral

Os ensaios devem ser efetuados a uma temperatura ambiente compreendida entre 15 °C e 35°C e com umidade relativa entre 25% e 75% e serem realizados em laboratório de instituição oficial ou no laboratório do fabricante desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela Celesc D.

As amostras devem ser escolhidas aleatoriamente e retirados da linha normal de produção pelo inspetor da Celesc D.

De comum acordo com a Celesc D, o fabricante poderá substituir a execução de qualquer ensaio de tipo pelo fornecimento do relatório do mesmo ensaio, executado em material idêntico ao ofertado.

A Celesc D se reserva o direito de efetuar os ensaios de tipo para verificar a conformidade do material com os relatórios de ensaio exigidos com a proposta ou processo de certificação.

O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem, próprios necessários à execução dos ensaios.

A Celesc D se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, presenciar os ensaios, devendo o fabricante garantir ao inspetor da Celesc D livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.

O fabricante deve assegurar ao inspetor da Celesc D o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar os ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar nova inspeção e exigir a repetição de qualquer ensaio.

O fabricante deve apresentar, ao inspetor da Celesc D, certificados de aferição dos instrumentos de seu laboratório ou do contratado a serem utilizados na inspeção, medições e ensaios do material ofertado, emitidos por órgão homologado pelo Instituto Brasileiro de Normalização, Metrologia e Qualidade Industrial - Inmetro, ou por organização oficial similar em outros países. A periodicidade máxima dessa aferição deve ser de um ano, podendo acarretar a desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência. Períodos diferentes do especificado poderão ser aceitos, mediante acordo prévio entre a Celesc D e o fabricante.



Todas as normas, especificações e desenhos citados como referência para a execução dos ensaios, devem estar à disposição do inspetor da Celesc D no local da inspeção.

Os custos decorrentes de equipamentos, amostras de conectores, assim como a realização dos ensaios previstos nesta Especificação são de responsabilidade do fabricante.

A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio, não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação e não invalidam qualquer reclamação posterior da Celesc D a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fabricante de cumprir as datas de entrega prometidas. Se a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou se tornar evidente que o fabricante não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Celesc D se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fornecedor será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

A Celesc D se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:

- a) da Celesc D, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
- b) do fabricante em caso contrário.

Os ensaios de recebimento devem ser executados nas instalações do fabricante em presença do inspetor da Celesc D, quando do recebimento de conectores, em amostras escolhidas ao acaso do lote em questão.

5.3.2. Relação dos Ensaios de Tipo

Os ensaios a serem realizados são os seguintes:

- a) inspeção geral;



- b) verificação dimensional;
- c) verificação do torque máximo de instalação;
- d) ensaio de resistência mecânica do conector;
- e) ensaio de aquecimento;
- f) ensaio de resistência à corrosão;
- g) ensaio de resistência ao intemperismo artificial;
- h) ensaio de verificação da capacidade mínima de condução de corrente;
- i) ensaio de medição de resistência elétrica;
- j) ensaio de resistência de isolamento;
- k) ensaio de tensão elétrica em CA;
- l) ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos;
- m) ensaio de rigidez dielétrica à 6 kV por minuto;
- n) ensaio de verificação da resistência do revestimento protetor;
- o) ensaio de verificação da espessura da camada de estanho.

Estes ensaios estão relacionados na Tabela 1, do Anexo 7.1. desta Especificação.

5.3.3. Relação dos Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento são os seguintes:

- a) inspeção geral;



- b) verificação dimensional;
- c) verificação do torque máximo de instalação;
- d) ensaio de aquecimento;
- e) ensaio de verificação da capacidade mínima de condução de corrente;
- f) ensaio de medição de resistência elétrica;
- g) ensaio de resistência de isolamento;
- h) ensaio de tensão elétrica em CA;
- i) ensaio de verificação da espessura da camada de estanho.

5.4. Descrição dos Ensaios

5.4.1. Inspeção Geral

Antes da realização dos ensaios, deverá ser feita uma inspeção geral para verificar:

- a) acabamento dos componentes e acessórios;
- b) aspectos construtivos;
- c) identificação;
- d) acondicionamento.

5.4.2. Verificação Dimensional

Deverão ser verificadas as dimensões do conector com base em suas amostras e no desenho apresentado pelo fabricante.



5.4.3. Verificação do Torque Máximo de Instalação

Deverão ser verificados os torques de aperto da cabeça fusível.

O máximo torque de instalação dos conectores não deve ultrapassar a 20 N.m para cabos de seção inferior e igual a 95 mm² e 30 N.m para cabos com seção superior a 95 mm² e inferior a 150 mm².

5.4.4. Resistência Mecânica do Conector

Os conectores devem ser montados em condutores de comprimento compreendidos entre 0,5 m e 1,5 m com as seguintes combinações:

- a) com as seções dos cabos tronco e derivação na bitola máxima;
- b) com as seções dos cabos tronco e derivação na bitola mínima;
- c) com as seções do cabo tronco na bitola máxima e o cabo derivação na bitola mínima;
- d) com as seções do cabo tronco na bitola mínima e o cabo derivação na bitola máxima, todas indicadas pela Celesc D.

Em seguida o cabo principal é tracionado até o valor de 20% de sua carga de ruptura.

O aperto é efetuado até 0,7 vezes o torque nominal indicado pelo fabricante em seguida, até o funcionamento do limitador de torque e, em seguida até 1,5 vezes o valor máximo do torque indicado pelo fabricante.

O conector deverá atender os requisitos seguintes:

- a) o fechamento dos cabos tronco e a derivação deverá ocorrer até o torque atingir 0,7 vezes o torque mínimo indicado pelo fabricante;
- b) os valores de ruptura dos limitadores de torque deverão situar-se entre os valores mínimos e máximos indicados pelo fabricante;



- c) o conector não deverá sofrer ruptura assim como os fios componentes dos cabos, quando os seus parafusos forem submetidos ao torque de 1,5 vezes o valor máximo indicado pelo fabricante.

Após o término dos ensaios, o conector deverá ser aberto, não devendo apresentar sinais visíveis de quebra dos contatos.

5.4.5. Ensaio de Resistência de Aquecimento

Deverá ser realizado conforme a NBR 5370.

Deve ser feita uma combinação de cabos tal que proporcione uma equalização ou equilíbrio entre os lados do conector sob ensaio, buscando a máxima condução de corrente possível no lado de menor capacidade de condução de corrente e utilização no outro lado de um cabo que tenha a capacidade de condução de corrente mais próxima possível da corrente utilizada no ensaio.

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.

O ensaio deve ser feito à temperatura ambiente, em local abrigado, livre de correntes de ar, aplicando-se gradualmente a corrente alternada de ensaio até se atingir a estabilização da temperatura a 90°C. A estabilização da temperatura é entendida como uma variação de mais ou menos 1°C entre 3 medidas consecutivas com intervalo de 1 hora cada.

A temperatura do ponto mais quente do conector e da conexão deve ser medida e esta não deve 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 cabo e não inferior a 500 mm.

Para ser aprovado, a elevação de temperatura no conector e da conexão não deve exceder a maior elevação da temperatura dos cabos conectados.

5.4.6. Ensaio de Resistência à Corrosão

Três conectores devem ser montados com um cabo tronco e um cabo derivação de bitolas mínimas indicadas pela Celesc D.

O ensaio deverá ser executado em 3 períodos idênticos de 14 dias, segundo a norma experimental NF-33-020.



Os conectores devem ser colocados no meio do cabo tronco de 0,5 a 1,5m de comprimento e em seguida, apertados até o valor mínimo do torque indicado pelo fabricante (torque de desconexão).

Após o ensaio de corrosão os conectores devem poder ser desapertados a torque inferior ou igual ao torque máximo, descrito no ensaio mostrado no inciso 5.4.3. e as partes metálicas não deverão estar enferrujadas.

5.4.7. Ensaio de Resistência ao Intemperismo Artificial

Os conectores a serem utilizados neste ensaio deverão inicialmente ser submetidos aos ensaios de resistência de isolamento e tensão elétrica em CA, conforme incisos 5.4.10. e 5.4.11. e respectivamente.

Adotar quatro configurações de ensaio com 1 conector cada:

- a) com o cabo tronco e derivação na bitola máxima;
- b) com o cabo tronco e derivação na bitola mínima;
- c) com o cabo tronco na bitola máxima e o cabo derivação na bitola mínima;
- d) com o cabo tronco na bitola mínima e o cabo derivação na bitola máxima.

Devem ser submetidas ao ensaio, conforme a norma ASTM-G-155; 2000 horas.

5.4.8. Ensaio de Verificação da Capacidade Mínima de Condução de Corrente

Instalando-se os cabos de maior seção, tanto para o cabo tronco quanto para o cabo derivação, não pode ser verificado no conector, temperatura superior a do cabo em qualquer ponto do mesmo após a estabilização térmica da conexão, quando os cabos forem percorridos pelas correntes dadas na tabela 2 do Anexo 7.1.

5.4.9. Ensaio de Medição de Resistência Elétrica

A resistência elétrica, resultante da soma da resistência elétrica de um comprimento de 610 mm do condutor principal com a resistência elétrica de um mesmo comprimento do condutor derivação, que serão utilizados no conector sob ensaio, deve ser comparada com a resistência elétrica do conjunto formado pela conexão dos mesmos condutores, estando o



conector exatamente no centro, entre as tomadas de potencial, que devem estar distanciadas uma da outra em 1220 mm.

Para assegurar um contato íntimo e permanente com todos os fios que compõem o condutor e facilitar a instalação de tomadas de potencial, necessárias às medições de resistência, deve-se utilizar equalizadores formados por uma luva de compressão de mesmo material que o condutor. A luva deve ter um diâmetro interno que exceda no máximo de 1 mm o diâmetro do condutor e ter um comprimento igual ou inferior ao diâmetro do condutor.

As tomadas de potencial devem ser localizadas no centro de cada equalizador podendo constituir-se de um ponto de solda ou de um parafuso rosqueado no equalizador, sem, entretanto, ferir os fios que compõem o condutor.

A medida da resistência elétrica deve ser feita por uma ponte aferida, ou por outro meio adequado. A temperatura de medição deve ser anotada e a resistência medida, corrigida para 20°C.

A resistência elétrica da conexão medida deve ser no máximo 10% da resistência elétrica do condutor.

5.4.10. Ensaio de Resistência de Isolamento

Montar as combinações conector e cabos conectados conforme segue:

- a) cabos tronco e derivação na bitola máxima;
- b) cabos tronco e derivação na bitola mínima;
- c) com o cabo tronco na bitola máxima e o cabo derivação na bitola mínima;
- d) com o cabo tronco na bitola mínima e o cabo derivação na bitola máxima.

Estas seções de cabos deverão ser indicadas pela Celesc D.

Cada combinação deverá ser imersa em água a 20°C, com cloreto de sódio na proporção de 2 para 1000. Deverá ser medida a resistência de isolamento das amostras, aplicando-se uma tensão contínua de 300 V a 500 V, durante um tempo de 1 a 5 minutos, suficiente para se obter uma leitura estável, mantendo-se constante o comprimento da parte imersa do cabo.



Entre as extremidades do cabo e a superfície da água devem ser empregados eletrodos de guarda. O potencial do cabo deve ser negativo. Se o reservatório usado para o teste for de material isolante, devem ser empregados eletrodos metálicos tipo placa, instalados no fundo do reservatório, para conexão do potencial positivo. No caso de reservatórios metálicos, não revestidos internamente, o potencial deve ser conectado à própria massa do reservatório.

O conjunto deve ser ensaiado conforme NBR 6813 no que for aplicável.

5.4.11. Ensaio de Tensão e Elétrica em CA

Ainda com o conjunto e cabos tronco e derivação conectados e imersos em água com cloreto de sódio na proporção de 2 para 1000, por um período mínimo de 1 hora, deve ser aplicada uma tensão elétrica em CA (48 a 62 Hz) de 6 kV, valor eficaz, entre o conjunto e a água, por um período de 1 minuto.

O conjunto deve ser ensaiado conforme NBR 6881 no que for aplicável.

Não deverá ocorrer perfuração ou descarga da isolação.

5.4.12. Ensaio de Ciclos Térmicos com Curtos-circuitos

Este ensaio deve ser executado de acordo com a norma NF C 33-004.

Montar duas configurações de ensaio com 4 conectores cada, sendo uma com o condutor tronco e derivação na bitola máxima e outra com o cabo tronco e derivação na bitola mínima, todas indicadas pela Celesc D. As mesmas devem previamente ser presas a uma armação adequada para que na movimentação as mesmas permaneçam fixas sem alterar as suas características.

Na execução deste ensaio, os equalizadores e as tomadas de potencial devem estar conforme citado no ensaio de medição da resistência elétrica, conforme inciso 5.4.9.

Deverá ser adotado o seguinte procedimento:

- a) primeira série de 200 ciclos térmicos;
- b) conjunto de 4 curtos-circuitos aplicados a seguir na conexão;
- c) segunda série de 500 ciclos térmicos.



Deverão ser registrados, preferivelmente, todos os valores máximos de aquecimento e resistência, de cada ciclo, com registro gráfico ou eletrônico. No caso de não haver equipamento que permita esses registros, deverão ser tomados no mínimo, os valores de temperatura e resistência, aproximadamente a cada 10 ciclos de aquecimento.

A elevação de temperatura do condutor de referência em relação à temperatura ambiente deve ser igual a $120^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e ser mantida estabilizada neste valor durante 15 minutos pelo menos. O resfriamento subsequente, obtido por resfriamento natural ou ventilação forçada, com objetivo de reduzir a duração de cada ciclo, deve ser prolongado até que a temperatura do condutor atinja no máximo 5°C acima da temperatura ambiente.

Na aplicação do conjunto de quatro curtos-circuitos, o condutor de referência deve estar na temperatura ambiente. O intervalo de tempo entre duas aplicações sucessivas de curtos-circuitos deve ser suficiente para que a temperatura do conector atinja o máximo de 5°C acima da temperatura inicial de aplicação dos curtos-circuitos.

Nos primeiros 50 ciclos de aquecimento, antes da aplicação do conjunto de curtos-circuitos, devem ser feitas as leituras dos valores de resistência elétrica e de elevação de temperatura obtendo a média aritmética para cada um dos conectores ensaiados.

Após a série de curtos-circuitos devem ser feitas as leituras dos valores de resistência elétrica e de elevação de temperatura, obtendo a média aritmética para cada um dos conectores ensaiados.

Após o ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos, os conectores ensaiados devem obedecer os requisitos estabelecidos na norma NF C 33-004.

5.4.13. Ensaio de Rigidez Dielétrica a 6 kV por Minuto

Para este ensaio deverão ser utilizados os conectores e cabos provenientes do ensaio de intemperismo artificial conforme o inciso 5.4.7.

O conjunto, conector e cabos, deverá ser submetido à atmosfera do laboratório por um período mínimo de 24 horas.

Os conectores e as partes adjacentes de cabos devem ser encobertas de esferas metálicas de diâmetro compreendido entre 1,3 e 1,7mm. Este conjunto deve ser submetido a um ensaio dielétrico sob uma tensão de 6 kV na frequência de 48 a 62 Hz, durante 1 minuto, aplicada entre os cabos e as esferas metálicas. Proceder a uma elevação progressiva da tensão a uma taxa de cerca de 1kV/s. A fonte de tensão deve ter uma proteção para 10 mA e esta não deve atuar durante o ensaio.



O mesmo conjunto deve, após 30 minutos de imersão em água com cloreto de sódio na proporção 2 para 1000, ser submetido ao ensaio de tensão elétrica em CA, nas mesmas condições do citado no inciso 5.4.11., sob uma tensão de 1 kV durante 1 minuto, sem ocorrência de perfuração ou descarga na isolamento.

Na sequência mede-se a resistência de isolamento do conjunto, conforme inciso 5.4.10., a qual não deve decrescer em mais que 25% da leitura realizada antes do ensaio de resistência ao intemperismo artificial.

Após todos os ensaios os conectores devem ser abertos, não devendo apresentar sinais de fissuras ou quebras.

5.4.14. Ensaio de Verificação da Resistência do Revestimento Protetor

Este ensaio deverá ser executado conforme norma NBR 7400.

As partes metálicas de aço (quando houver), se zincadas, devem resistir a 6 imersões de 1 minuto nas superfícies e 4 imersões de 1 minuto nas arestas ou roscas, em uma solução de sulfato de cobre com massa específica de 1,186 g/cm³ a 18°C.

Dependendo da natureza do revestimento protetor das partes metálicas de aço, este ensaio deve, a critério da Celesc D, ser realizado após estas terem sido submetidas ao ensaio de resistência ao intemperismo artificial conforme o inciso 5.4.7.

5.4.15. Ensaio de Verificação da Espessura da Camada de Estanho

A espessura local da cobertura de estanho deve ser medida conforme um dos métodos seguintes: ASTM-B-487; ASTM-B-504; ASTM-B-567 ou ASTM-B-568.

Caso atenda-se ao método da espessura média da cobertura de estanho, deverá ser utilizado o método da ASTM-B-545.

As partes do conector em cobre estanhado, a espessura local mínima da camada de estanho deve ser de 8 µm. No caso onde torna-se impraticável a medição da espessura local, deve-se medir a espessura média a qual não deve ser inferior a 12 µm.

5.5. Relatório dos Ensaios

Devem constar do relatório de ensaio, no mínimo, as seguintes informações:



- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) identificação do laboratório de ensaio;
- c) tipo e quantidade de conectores ensaiada;
- d) identificação completa do conector ensaiado;
- e) relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- f) certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 meses;
- g) número de Ordem de Compra;
- h) data de início e de término de cada ensaio;
- i) nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Celesc D e data de emissão do relatório.

5.6. Crítérios de Aceitação e Rejeição

Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fornecedor, sem ônus para a Celesc D. Tais unidades correspondem aos valores apresentados na coluna “Ac” da Tabela 3 do Anexo 7.1. desta Especificação.

Para análise da aceitação ou rejeição de um lote deve-se inspecionar as peças de acordo com os critérios de aceitação da Tabela 3 do Anexo 7.1., sendo os conectores constituintes da amostra escolhidos aleatoriamente do lote sob inspeção.

A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional deve ser feita de acordo com as recomendações da NBR 5426.

5.7. Garantia

O fabricante deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados, de acordo com os requisitos desta Especificação, durante 02 (dois) anos e a reposição, livre de despesas, de



qualquer conector considerado defeituoso, devido a eventuais deficiências de projeto, matéria prima ou fabricação.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D. quanto a eventuais alterações.

Na aplicação desta Especificação pode ser necessário consultar as seguintes normas:

- a) NBR 5370 – Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência – Especificação;
- b) NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento;
- c) NBR 5474 – Eletrotécnica e eletrônica – Conectores elétricos – Terminologia;
- d) NBR 6813 – Fios e Cabos Elétricos – Ensaio de Resistência de Isolamento – Método de Ensaio;
- e) NBR 6881 – Fios e Cabos de Potência ou Controle – Ensaio de Tensão Elétrica - Resistência de Isolamento – Método de Ensaio;
- f) NBR 7399 – Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo – Método de ensaio;
- g) NBR 7400 – Produto de Aço ou Ferro Fundido – Revestimento de Zinco por imersão a quente – Verificação da Conformidade do Revestimento – Método de Ensaio;
- h) NBR 9326 – Conectores para Cabos de Potência – Ensaio de Ciclos Térmicos e Curto-circuito – Método de Ensaio;
- i) ASTM G155 - Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials;
- j) NF – C33 – 020 – Conectores de derivação por Perfuração do Isolante para Redes e Ramais Aéreos de Tensão Nominal de 0,6 / 1 kV em Condutores Torcidos Isolados;



- k) ASTM-B-487 – Standard Test Method for Measurement of Metal and Oxide Coating Thickness by Microscopical Examination of a Cross Section;
- l) ASTM-B-504 – Standard Test Method for Measurement of Thickness of Metallic Coatings by the Coulometric Method;
- m) ASTM-B-545 – Standard Specification for Electrodeposited Coatings of Tin;
- n) ASTM-B-567 – Standard Test Method for Measurement of Coating Thickness by the Beta Backscatter Method;
- o) ASTM-B-568 – Standard Test Method for Measurement of Coating Thickness by X – ray Spectrometry.

7. ANEXOS

7.1. Tabelas

7.2. Instruções de Montagem

7.3. Padronização

7.4. Controle das Revisões e Alterações

7.5. Histórico de Revisão

7.1. Tabelas**Tabela 1 - Relação de ensaios**

N.º	ENSAIOS	TIPO	RECEBIMENTO	NORMA DE REFERÊNCIA
1	Inspeção geral	X	X	-
2	Verificação dimensional	X	X	-
3	Verificação do torque máximo de instalação	X	X	Tabela 4
4	Resistência mecânica do conector	X	-	-
5	Ensaio de aquecimento	X	X	NBR 5370
6	Resistência à corrosão	X	-	-
7	Intemperismo artificial	X	-	ASTM-G155 2000h
8	Capacidade mínima de condução de corrente	X	X	-
9	Medição de resistência elétrica	X	X	-
10	Resistência de isolamento	X	X	NBR 6813
11	Tensão elétrica em CA	X	X	NBR 6881
12	Ciclos térmicos e curtos-circuitos	X	-	NBR 9326
13	Rigidez dielétrica a 6 kV/min	X	-	-
14	Verificação da resistência do revestimento protetor	X	-	NBR-7400
15	Verificação da espessura da camada de estanho	X	X	-

Tabela 2 - Aplicação

Tronco		Derivação		Capacidade mínima de condução de corrente para ensaio (A)	Resistência mínima à tração (daN)	Bitola da chave para aplicação do conector (mm) (L)
min (mm²)	Máx (mm²)	min (mm²)	máx (mm²)			
10	70	1,5	10	52	7	13
16	70	6	35	169	18	
35	70	35	70	328	45	
50	120	6	35	169	26	
50	120	50	120	443	50	

Nota:

L - é a medida entre planos paralelos na cabeça do parafuso (ver desenho do Anexo do Anexo 7.3.).

No conector a dimensão da porca fusível deverá ser distinta da sua base, parafuso ou porca, não sendo admitida a diferenciação através de outros elementos como anéis intermediários.



Tabela 3 – Planos de amostragem para os ensaios de recebimento

Tamanho do lote	- Inspeção geral - Verificação dimensional				- Tração - Verificação do torque máximo de instalação - Efeito mecânico sobre o condutor tronco - Verificação da camada de Zincagem - Verificação da camada de estanho				- Verificação da condutividade - Resistência de isolamento - Tensão elétrica em CA - Ensaio de Aquecimento - Medição da resistência elétrica - Verificação da capacidade mínima de condução de corrente			
	Amostragem dupla Nível de inspeção II NQA 1%				Amostragem dupla Nível de inspeção S4 NQA 1%				Amostragem dupla Nível de inspeção S3 NQA 1,5%			
	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
151 a 500	1 ^a	32	0	2	-	13	0	1	-	8	0	1
	2 ^a	32	1	2								
501 a 1200	1 ^a	50	0	3	-	13	0	1	-	8	0	1
	2 ^a	50	3	4								
1201 a 3200	1 ^a	80	1	4	1 ^a	32	0	2	-	8	0	1
	2 ^a	80	3	4	2 ^a	32	1	2				
3201 a 10000	1 ^a	125	2	5	1 ^a	32	0	2	1 ^a	20	0	2
	2 ^a	125	6	7	2 ^a	32	1	2	2 ^a	20	1	2
10001 a 35000	1 ^a	200	3	7	1 ^a	32	0	2	1 ^a	20	0	2
	2 ^a	200	8	9	2 ^a	32	1	2	2 ^a	20	1	2

Notas:

- 1 - Planos de amostragem conforme NBR 5426.
- 2 - Seq. – sequência Tam – tamanho
Ac – número de conectores defeituosos que ainda permite aceitar o lote
Re – número de conectores defeituosos que implica na rejeição do lote
- 3 - Procedimento para amostragem dupla: ensaiar um número inicial de unidades igual ao da primeira amostra obtida na Tabela. Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre Ac e Re (excluídos esses valores), deverá ser ensaiada a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontradas, após ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado.

Tabela 4 - Limites máximos suportáveis de torque

Seção condutor (mm ²)	Torque máximo (N.m)
≤ 95	20
> 95	30

7.2. Instruções de Montagem

O torque necessário para a conexão com o conector de perfuração se dá pelo rompimento da cabeça do parafuso que funciona como um fusível mecânico.

– PASSO 1

O conector é fornecido com os parafusos soltos, não tente desparafusar ou apertá-lo sem estar com os cabos pois poderá danificá-lo.

– PASSO 2

Introduza o cabo derivação (figura A), encaixando-o até alcançar o tampão do conector (figura B). Com alguns fabricantes o tampão está solto, deverá ser colocado bem forçado.

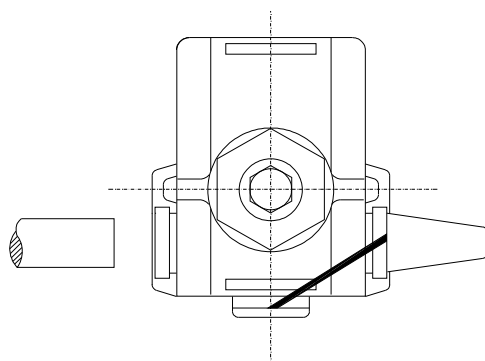


FIGURA A

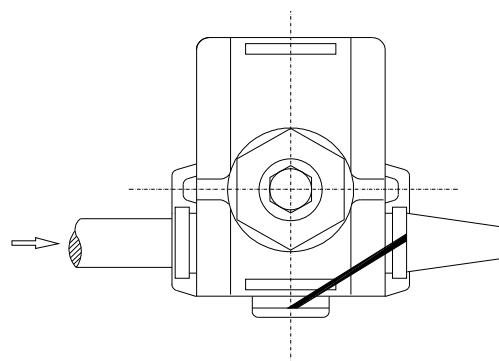


FIGURA B

– PASSO 3

Verifica-se a fase a qual fará a conexão. Utilizando o separador de fases, isole o cabo da formação pré-reunida, certificando que seja o cabo correto (figura C).

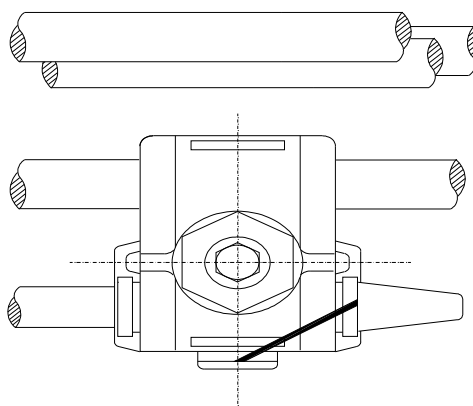


FIGURA C

– PASSO 4

Ajuste o conector no cabo principal apertando os parafusos com os dedos até encostar-se ao cabo (figura D). Em seguida com uma chave inglesa aperte o parafuso até a cabeça cisalhar (quebrar). A conexão estará completada. Uma vez aplicado o conector não pode ser mais girado ao redor do cabo, pois este movimento irá desfazer a conexão.

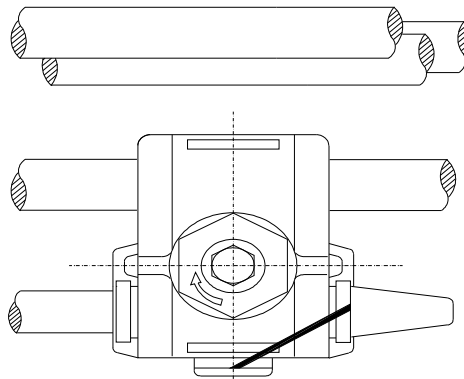


FIGURA D

– PASSO 5

Para desconectar, separe o cabo e conector com separador de fases e com a chave inglesa libere a porca (figura E). Retirando-o, limpe o local onde estava instalado o conector e passe 3 voltas ou mais de fita auto aglomerante (auto fusão) seguida de uma camada de fita de PVC para 90°C, a fim de impedir a entrada de água para não danificar o cabo.

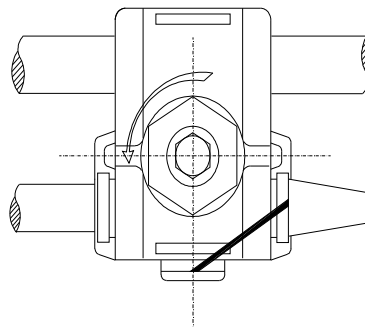


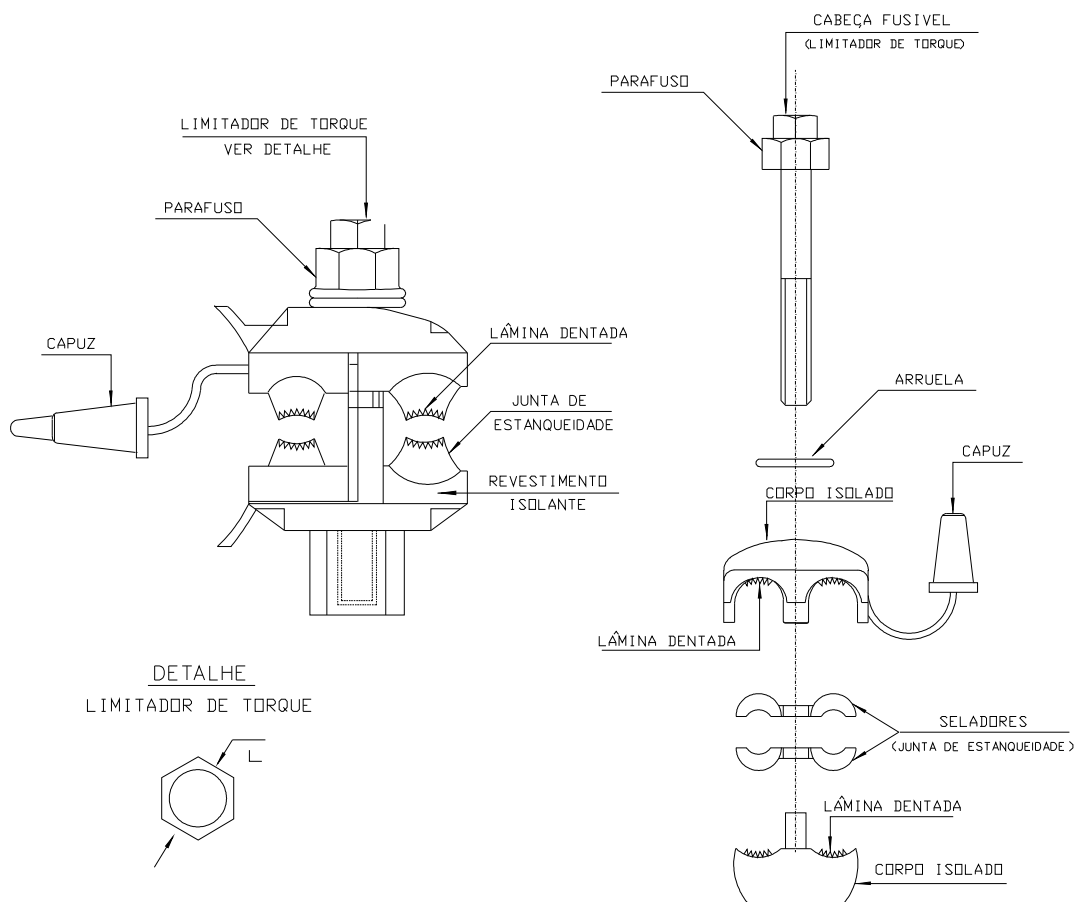
FIGURA E

Notas:

- 1 - A instalação do conector perfurante deve ser feita com chave estrela com bitola de 13 mm.
- 2 - Os condutores utilizados nos ensaios elétricos e mecânicos devem ter formação e características conforme esta Especificação.
- 3 - O condutor de maior bitola deve ser instalado do lado da marcação de maior faixa de bitolas.
- 4 - Os conectores de perfuração não devem ser reaproveitados.



7.3. Padronização



TRONCO		DERIVAÇÃO		RESISTENCIA MÍNIMA À TRAÇÃO (daN)	L (mm)	CÓDIGO CELESC	
MÍNIMO (mm²)	MÁXIMO (mm²)	MÍNIMO (mm²)	MÁXIMO (mm²)			Uso Geral	Regiões Agressivas ORLA
10	70	1,5	10	7	13	16736	37399
16	70	6	35	18		18531	37400
35	70	35	70	45		18532	37401
50	120	6	35	26		18533	37402
50	120	50	120	50		18534	37403

Notas:

- 1 - Pequenas variações nas partes não cotadas são admissíveis desde que mantidas as características eletromecânicas.
- 2 - Os conectores perfurantes para uso em ambientes agressivos (ORLA) devem possuir o parafuso em aço inoxidável e a porca, quando necessária em liga de cobre estanhada.
- 3 - Cada conector deve ser fornecido com ao menos 01 (um) capuz elastomérico para a faixa de derivação



7.4. Controle das Revisões e Alterações

Tabela A.6 - Histórico das revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	DTE Nº 171/2010 – 08/07/2010	FHM-	GMTK	PNA
1	Atual	APD	GMTK	SLR

Tabela A.7 – Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
5.1.4	4	Indicação na embalagem do uso em ambiente agressivo
5.2	4	Adicionado o parafuso de aço inoxidável e a porca em liga de cobre estanhada para conectores de uso em áreas agressivas
5.4.1	9	Introdução do acondicionamento na inspeção geral
7.1	19	Tabela 2: Alterada a bitola da chave de aplicação para somente 13mm. Tabela 3: complementação da indicação dos ensaios e seus respectivos planos de amostragem
7.3	23	Introduzido os códigos de suprimento para o conector de uso em regiões agressivas (ORLA) e nota sobre o material do parafuso e porca



7.5. Histórico de Revisão

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
2ª	02/15	Conforme anexo 7.4.	APD

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0075	CABOS COBERTOS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA COMPACTAS E PROTEGIDAS	1/35

1. FINALIDADE

Definir os requisitos mínimos exigíveis para a qualificação, aceitação, fabricação e recebimento de cabo coberto com material polimérico, resistente ao trilhamento elétrico e às intempéries, utilizados como condutor fase na Rede de Distribuição Aérea Primária Compacta em Espaçadores e protegida sem espaçadores nas tensões de 13,8; 23,1 e 34,5 kV a serem utilizados pela Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, às Agências Regionais e demais órgãos usuários, empreiteiras, empreendedores e aos fornecedores de materiais.

3. ASPECTOS LEGAIS

Esta Especificação tem como base as recomendações contidas na NBR-11873 – Cabos Cobertos com Material Polimérico para Redes Aéreas Compactas de Distribuição em Tensões de 13,8 kV a 34,5 kV.

Esta Especificação poderá, a qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D. quanto a eventuais alterações.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, complementados pelos termos abaixo:



4.1. Cabo Coberto

Cabo dotado de cobertura protetora extrudada de material polimérico, que visa reduzir a corrente de fuga em caso de contato acidental do cabo com objetos aterrados e diminuir o espaçamento entre condutores.

4.2. Condutor Bloqueado

Condutor cujos interstícios são preenchidos ao longo do seu comprimento com a finalidade de conter o ingresso longitudinal de água no seu interior.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Exigências

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerão esta Especificação, os relatórios técnicos da ABRADEE e as normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

Para fornecimento, o fabricante deve ser cadastrado e o cabo coberto a ser fornecido, conforme esta Especificação, deve sofrer homologação conforme a E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto, e estará sujeito à inspeção e ensaios pela Celesc D.

5.2. Condições Gerais

5.2.1. Identificação do Cabo

A superfície externa da cobertura do cabo deve ser marcada em intervalos regulares de até 500 mm, com caracteres legíveis e permanentes, que não favoreçam o trilhamento elétrico na cobertura, contendo no mínimo as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) material e seção nominal em mm² ou AWG do condutor;
- c) classe de tensão em kV;
- d) inscrição de segurança: “CABO NÃO ISOLADO – NÃO TOCAR”;



- e) material da cobertura: XLPE ou XLPE/XLPE ou XLPE/HDPE;
- f) material de constituição do condutor: Cobre – “Cu”; Alumínio – “CA” ou alumínio com alma de aço – “CAA”;
- g) mês e ano de fabricação;
- h) BLOQUEADO;
- i) norma ABNT de referência para o cabo;
- j) inscrição: “RURAL”.

Notas:

Outras formas de identificação no cabo podem eventualmente ser aceitas, desde que previamente aprovadas pela Celesc D.

A gravação da identificação no cabo deve ser realizada através de uma impressora jato de tinta ou outro método, sem contato com a cobertura do cabo.

Para os cabos com dupla camada deve ser identificados os materiais componentes de cada camada, A identificação deve ocorrer primeiro da camada interna seguido da camada externa separados por uma barra inclinada.

O nome comercial do produto é facultativo.

Os caracteres de identificação do cabo devem ser permanentes, de tal forma que este não possa ser retirado com o atrito do polegar, munido de uma esponja de lã de aço nova e sem uso. O inspetor deve realizar o teste esfregando o polegar com a esponja de lã de aço longitudinalmente sobre a inscrição, com força mediana, no mínimo 10 vezes, em um espaçamento mínimo de 150 mm. Serão considerados permanentes os caracteres que mantiverem até aproximadamente 50% da nitidez original, podendo ainda o cabo ser identificado.

A inscrição da palavra “RURAL”, alínea “j”, deve ser realizada somente para os cabos indicados na Tabela 6 para esse uso.



5.2.2. Acondicionamento

Os cabos devem ser acondicionados em carretéis de madeira, conforme a E-141.0001, complementado com as informações a seguir:

Devem ficar protegidos durante as operações usuais de manuseio, transporte e armazenagem. Para tanto, as bobinas devem ser fechadas com ripas transversais.

A madeira e os processos preservativos utilizados na confecção dos carretéis e no fechamento das bobinas devem ser conforme NBR 6236, com durabilidade mínima de 24 meses, isentos de defeitos que possam vir a danificar mecânica e quimicamente os cabos e ter resistência adequada quando expostos às intempéries.

O carretel deve possuir dimensões de acordo com a NBR 11137, com diâmetro de tambor, respeitando o diâmetro mínimo calculado conforme NBR 9511.

Os cabos devem ser fornecidos em lances conforme especificados no Pedido de Compra “PC” ou documento equivalente emitido pela Celesc D e, quando não especificados devem ter comprimento de 500 m ou 1.000 m, permitindo-se uma tolerância de até $\pm 3\%$ no comprimento sobre o lance nominal. Em lance irregular, o comprimento não deve ser inferior a 50% do lance nominal.

Da quantidade total a ser fornecida, estipulada no Pedido de Compras, admite-se uma variação máxima de -2%. Variações a maior não serão aceitas.

Cada carretel deve conter apenas um lance de cabo.

O acondicionamento normal em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 3000 kg.

As extremidades dos cabos devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação, resistentes às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenamento.

As cintas de aço para embalagem e envolvimento final das bobinas devem ser conforme a NBR 6653.

A identificação deve ser feita com placas de aço inoxidável, alumínio anodizado ou de material polimérico resistente a intempéries, gravadas de forma legível e permanente, fixadas em ambos os discos do carretel de forma adequada.



Externamente, as bobinas devem ser identificados nas duas faces laterais, de forma legível e indelével, com as seguintes indicações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) país de origem;
- c) material do condutor, seção nominal em mm^2 , têmpera e a palavra BLOQUEADO;
- d) diâmetro em “mm” e massa em kg/km do cabo completo;
- e) raio mínimo para dobramento em mm;
- f) material da cobertura e do condutor;
- g) se possui ou não a camada semicondutora;
- h) classe de tensão em kV;
- i) comprimento do lance em metros;
- j) massa bruta em kg;
- k) massa líquida em kg;
- l) nome da Celesc Distribuição S.A.;
- m) número de série da bobina;
- n) número do pedido de compra – PC e do código Celesc D de suprimento do material;
- o) mês e ano de fabricação;
- p) seta no sentido de rotação para desenrolar e a frase DESENROLE NESTE SENTIDO.



Para as condições de acondicionamento, transporte, armazenamento e movimentação de bobinas, deve-se consultar a norma NBR 7310.

Outros carretéis ou formas de acondicionamento do cabo poderão eventualmente ser fornecidos mediante prévia aprovação da Celesc D.

A seta indicativa do sentido de rotação para desenrolar e a frase indicada na alínea “p” devem ser aplicada nos discos do carretel através de uma impressão direta ou com a aplicação de placas metálicas com as informações gravadas de forma legível e indelével.

O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos carretéis das bobinas e anexar à Nota Fiscal uma relação descrita do conteúdo individual de cada um.

O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar, simultaneamente, ao despachante indicado pela Celesc D e à própria, cópia da relação mencionada anteriormente.

5.2.3. Condições de Serviço

5.2.3.1. Condições Ambientais

Os cabos cobertos devem ser adequados para operar a uma altitude de até 1500 m, em clima tropical e subtropical com temperatura ambiente de -10°C até 45°C, média diária não superior a 35°C, umidade relativa do ar de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1500 a 3000 milímetros, sendo que ficarão expostos ao sol, à chuva, à poeira, locais úmidos e, eventualmente, à precipitação de granizo.

Locais com arborização intensa, com poda limitada.

O fornecedor deve garantir que o material utilizado na cobertura do cabo não favoreça à proliferação de fungos e à impregnação de líquens e musgo.

5.2.3.2. Condições de Operação em Regime Permanente

A temperatura no condutor em regime permanente não deve ultrapassar 90°C para cobertura com a camada interna ou total em material polimérico termofixo, XLPE.



5.2.3.3. Condições de Operação em Regime de Sobrecarga

A temperatura no condutor em regime de sobrecarga não deve ultrapassar 100°C, para cobertura com a camada interna ou total em material polimérico termofixo, XLPE.

As sobrecargas não devem ultrapassar 100 horas em qualquer período de 12 meses consecutivos, nem 500 horas ao longo de toda a vida do cabo.

5.2.3.4. Condições de Operação em Regime de Curto-Circuito

A temperatura no condutor em regime de curto-circuito não deve ultrapassar 250°C para cobertura com a camada interna ou total em material polimérico termofixo, XLPE.

A duração em regime de curto-circuito não deve ser superior a 5 segundos.

5.2.4. Certificação Técnica dos Cabos

A Celesc D recomenda que os ensaios de tipo sejam realizados com amostras do cabo de seção igual a 70 mm² para o condutor de cobre e de 185 mm² para o condutor de alumínio, satisfazendo a NBR 11873 para a aprovação de uma faixa de seções nominais de mesmo tipo construtivo de cabos. Os ensaios poderão ser realizados para outras seções de condutores, mediante acordo entre fabricante e Celesc D.

Os ensaios de tipo devem ser realizados com a maior classe de tensão de isolamento produzida pelo fabricante e/ou prevista nesta Especificação, ficando as exigências para classes de tensão inferiores às apresentadas nos ensaios automaticamente satisfeitas.

O certificado não garante a qualidade do processo de fabricação, devido a fatores inerentes ao processo que só podem ser analisados nos ensaios de recebimento do material. Portanto, esse certificado não exime, sob hipótese alguma, a realização dos ensaios de recebimento e inspeção por parte da Celesc D.

Esses certificados, quando solicitados, deverão ser apresentados, obrigatoriamente, junto com a proposta do lote em que for vencedora, na versão original ou em fotocópia autenticada.

5.2.5. Capacidade de Condução de Corrente

As correntes dos cabos abrangidos por esta Especificação são mostradas na Tabela 5 do Anexo 7.2. O cálculo está baseado na norma NBR 11873, adotando as seguintes condições:



- a) material da cobertura: XLPE, XLPE/HDPE;
- b) temperatura ambiente: 30°C;
- c) velocidade do vento: 2,2 km/h;
- d) intensidade de radiação solar: 1000 W/m²;
- e) temperatura máxima do condutor: 90°C;
- f) resistividade da cobertura: 3,5 mK/W;
- g) coeficiente de absorção do material da cobertura: 0,4;
- h) emissividade térmica do material da cobertura: 0,8.

5.3. Aspectos Construtivos Gerais do Cabo

5.3.1. Condutor

5.3.1.1. Características Físicas dos Fios

Quando o condutor for formado por fios de alumínio, estes devem possuir resistência mecânica mínima à ruptura de 130MPa e ter condutividade mínima de 61% IACS a 20°C, conforme NBR 5118. Quando formado de fios de cobre, estes devem ser de têmpera mole, ter resistividade elétrica máxima de 0,017241 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C. O condutor do cabo pronto deve ser conforme a NBR NM-280, com resistência mecânica à ruptura mínima, conforme Tabela 6 do Anexo 7.2.

Opcionalmente, a critério do fornecedor, os fios de cobre podem ser fornecidos revestidos de estanho.

A superfície dos fios componentes do condutor não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões que comprometam seu desempenho. O condutor pronto não deve apresentar falhas de encordoamento.



São permitidas emendas nos fios, feitas durante o encordoamento, desde que fiquem separadas em mais de 15 m de qualquer outra emenda, em qualquer coroa. As emendas devem ser feitas por pressão a frio ou solda elétrica de topo. Não são estabelecidos requisitos especiais mecânicos nos fios com emendas, porém, estas devem atender as NBR 5111, 5118 e 7271.

Nos fios com emendas feitas por solda elétrica de topo, deve ser efetuado tratamento térmico de recozimento até uma distância mínima de 200 mm de cada lado da emenda.

Quando os condutores possuírem reforço mecânico em fios de aço, alma, estes podem ser zincados na classe 1 ou A e devem atender os requisitos indicados na NBR 6756 ou de aço alumínio e atender aos requisitos da NBR 15957.

O limite de resistência à tração e à tensão a 1% de alongamento deve ser o especificado para os fios de aço zincado e o mesmo valor deve ser adotado quando utilizado o aço alumínio. Após o encordoamento, os fios de aço devem apresentar no mínimo o valor de 95% dos valores de resistência à tração e à tensão a 1% de alongamento para os fios antes do encordoamento.

5.3.1.2. Características Físicas do Condutor Encordado

O condutor deve ser de seção circular compactada e, para os cabos de uso rural indicados na Tabela 6 do Anexo 7.2., deve ser redondo normal.

O número total de fios formadores do condutor encordado e o diâmetro externo final do condutor encordado deve atender ao indicado na Tabela 2 do Anexo 7.2.

A relação de encordoamento para a coroa externa e para a coroa interna (se existir) deve estar compreendida entre 10 e 16 vezes o diâmetro externo da respectiva coroa. Os sentidos de encordoamento das coroas sucessivas devem ser alternados e a coroa externa sempre com sentido à direita (sentido horário). A relação de encordoamento da coroa externa deve ser menor ou igual à da coroa interna (se esta existir).

O bloqueio do condutor deve preencher totalmente os interstícios entre os fios componentes, ser de material compatível química e termicamente com os componentes do cabo. O material empregado como bloqueio deve ser facilmente visível em relação ao condutor e deve ser de classe térmica superior às condições de serviço do cabo. Não serão aceitos compostos pegajosos de difícil remoção da superfície do condutor.



O fabricante deve garantir a compatibilidade e informar a descrição do material utilizado no bloqueio do condutor. O material de bloqueio também não deve causar prejuízo elétrico (resistência de contato), térmico ou mecânico às conexões normalmente utilizadas em redes aéreas com cabos de alumínio ou cobre.

5.3.2. Blindagem Semicondutora

A blindagem do condutor deve ser constituída por camada semicondutora extrudada de material polimérico, compatível com o material da cobertura isolante termofixo ou termoplástico.

A blindagem deve estar justaposta e aderente sobre o condutor, porém deve ser removível a frio.

A blindagem semicondutora é opcional nas classes de tensões de 15 e 25 kV, ficando a utilização de acordo com o projeto de cada fabricante.

A blindagem semicondutora é obrigatória na classe de tensão de 35 kV.

A blindagem semicondutora do condutor deve ser de composto polimérico com requisitos físicos, conforme Tabela 7 do Anexo 7.2.

A espessura máxima da camada de blindagem semicondutora do condutor deve ser igual ou inferior a 0,60 mm e a espessura mínima, em qualquer ponto de uma seção transversal, deve ser igual ou superior a 0,30 mm.

5.3.3. Cobertura

A cobertura poderá ser constituída por uma ou mais camadas de composto extrudado de material polimérico termofixo, polietileno reticulado (XLPE) ou termoplástico com polietileno de alta densidade (HDPE). A espessura deve garantir o nível de suportabilidade dielétrica do cabo e a superfície externa da cobertura deve prover o cabo de resistência a intempéries, trilhamento elétrico, radiação ultravioleta e abrasão mecânica.

A cobertura deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento. As camadas da cobertura e a blindagem semicondutora deverão ser aplicadas simultaneamente, de modo a preservar o bloqueio contra penetração de água.

A cobertura deve ser aderente à blindagem semicondutora, de modo a não permitir a existência de vazios entre ambas ao longo de todo o seu comprimento.



Caso permaneçam resíduos, após a remoção da semicondutora sobre o condutor, estes resíduos devem ser facilmente removíveis a frio.

As camadas de cobertura devem ser construídas por XLPE, polietileno reticulado, quando em camada única. Para a utilização do polietileno de alta densidade, HDPE, a camada interna deve ser de XLPE. Os requisitos físicos dos compostos devem ser conforme a Tabela 8 do Anexo 7.2.

A espessura nominal da cobertura isolante deve ser igual ou superior aos valores indicados na Tabela 3 do Anexo 7.2.

A espessura média da cobertura isolante, em qualquer seção transversal, não deve ser inferior ao valor nominal declarado pelo fabricante.

A espessura mínima da cobertura isolante, em um ponto qualquer de uma seção transversal, não pode diferir do valor nominal indicado na Tabela 3 em mais do que $0,1 \text{ mm} + 10\%$ do valor nominal.

Tendo a cobertura camada dupla, a camada externa de XLPE deve ter espessura mínima igual à metade da espessura nominal da cobertura declarada pelo fabricante.

Para a camada externa em HDPE a camada interna deve ser em XLPE deve ter espessura mínima igual à metade da espessura nominal da cobertura declarada pelo fabricante, a Espessura da camada externa em HDPE pode variar conforme indicação da Celesc D.

Nos condutores para uso rural, conforme a Tabela 6 do Anexo 7.2., a cobertura deve ser em camada única de XLPE.

5.3.4. Características Físicas do Cabo Completo

O diâmetro externo do cabo pronto deve ter os limites indicados na Tabela 3 do Anexo 7.2.

5.3.5. Massa Total do Cabo Completo

A massa total do cabo coberto está indicada em valores aproximados na Tabela 3 do Anexo 7.2.

O fabricante deve fornecer a massa total real de seus cabos cobertos com erro máximo de 5%.



5.3.6. Teor e Dispersão de Negro de Fumo

Este requisito de informação aplica-se apenas às camadas de cobertura isolante que contenham negro de fumo em sua composição.

O fabricante deve informar o teor de negro de fumo do material da cobertura, obtido conforme NBRNM-IEC 60811-4-1, bem como o padrão de dispersão adotado, conforme BS-2782, Part 8, método B.

O padrão de dispersão deve ser conforme as ilustrações 1, 3 ou 4 da BS-2782, Part 8.

5.3.7. Raio Médio Geométrico do Cabo (RMG)

O raio médio geométrico do cabo pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{RMG} = 0,7788.r$$

Onde:

r = raio da envoltória do condutor.

O fabricante deve fornecer o raio médio geométrico do condutor, caso seja diferente do valor calculado pela fórmula acima (expresso em milímetros com aproximação de duas casas decimais).

5.4. Inspeção, Ensaios e Requisitos

5.4.1. Condições Gerais

Os ensaios previstos nesta Especificação são classificados em recebimento e tipo e devem ser realizados às expensas do fabricante, com exceção de ensaios realizados durante e após a instalação que, se executados pelo fabricante, devem ser objeto de prévio acordo entre a Celesc D e o fabricante.

Os ensaios de tipo são realizados com a finalidade de demonstrar o comportamento do projeto do cabo coberto. Deverão ser repetidos quando houver modificação do projeto do cabo que possa alterar o seu desempenho, ou quando solicitado pela Celesc D.



Entende-se por modificação do projeto do cabo qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico e/ou mecânico do cabo, como por exemplo, modificações nos seus materiais, compostos de matérias-primas e componentes.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios de instituições oficiais ou independentes pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (www.inmetro.gov.br). Em comum acordo com o DPEP/DVEN da Celesc Distribuição, os ensaios de tipo poderão ser realizados em laboratórios rastreados pela Rede Brasileira de Calibração – RBC, conforme a E-313.0045 ou nos laboratórios das instalações do fornecedor, desde que, tenha a presença do inspetor da Celesc D.

Para o uso dos laboratórios das instalações do fabricante, os certificados de calibração dos instrumentos utilizados durante os ensaios, tanto de tipo quanto de recebimento, deverão ser apresentados ao inspetor da Celesc D.

Quando os ensaios de tipo, já certificados pelo fabricante e aprovados pela Celesc D, forem solicitados novamente pela Celesc, para uma determinada ordem de compra, o importe destes deve ser objeto de acordo comercial. Se o fato gerador da nova solicitação for de responsabilidade do fabricante, os ensaios devem ser realizados às suas expensas.

Quando os ensaios de tipo já tiverem sido realizados em cabos de mesmo projeto, a Celesc D, a seu critério, poderá, mediante análise dos relatórios de ensaios apresentados pelo fabricante, dispensar nova realização de algum ou de todos os ensaios de tipo. Esses relatórios deverão ser de ensaios realizados em laboratório reconhecido pela Celesc D.

Todos os ensaios de recebimento devem ser executados nas instalações do fabricante, na presença de um inspetor da Celesc D. O fabricante deve ainda propiciar ao inspetor, a suas expensas, pessoal habilitado a prestar informações e realizar os ensaios e livre acesso aos laboratórios, equipamentos, instrumentos, instalações fabris e de acondicionamento de matéria-prima e material acabado, enfim, todos os meios necessários que lhe permitam verificar se o material oferecido está de acordo com esta Especificação.

As normas técnicas, especificações e desenhos necessários às realizações dos ensaios deverão estar no local da inspeção e à disposição do inspetor da Celesc D.

A Celesc D deve ser comunicada com, no mínimo, 15 dias de antecedência à data em que o lote referente ao pedido de compra – PC estiver pronto para a inspeção.



A aceitação de um determinado lote e/ou a dispensa da execução de qualquer ensaio não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação e não invalidam qualquer reclamação posterior da Celesc D a respeito da qualidade do material.

No caso de a Celesc D dispensar a inspeção, o fabricante deve fornecer cópia dos resultados dos ensaios de rotina e certificado dos ensaios de tipo, de acordo com os requisitos desta Especificação.

A Celesc D se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Celesc D se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção e do fabricante em caso contrário.

A Celesc D se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado no momento que julgar necessário, com o objetivo de inspecionar qualquer etapa de fabricação dos cabos cobertos, bem como acompanhar os ensaios de rotina, devendo o fornecedor garantir ao inspetor da Celesc D o livre acesso a laboratórios e locais de fabricação, ensaios e de acondicionamento.

Os ensaios de tipo e recebimento estipulados nesta Especificação não invalidam, por parte do fabricante, a realização de outros ensaios que julgue necessários ao controle de qualidade do cabo.

5.4.2. Inspeção Geral

Antes de serem efetuados os ensaios, deve ser comprovado se o material contém todos os componentes e características, verificando:

- a) características gerais do cabo;
- b) identificação, conforme inciso 5.2.1.;
- c) acondicionamento, conforme inciso 5.2.2.;
- d) aspectos construtivos, conforme subitem 5.3., seus incisos e subincisos.

Constitui falha o não atendimento a qualquer dos requisitos acima mencionados.



A rejeição para os itens descritos acima pode, a critério da Celesc D, ser realizada de forma individual para cada item de expedição.

5.4.3. Relação dos Ensaios para o Material da Blindagem Semicondutora

Ensaios mecânicos antes e após o envelhecimento artificial em estufa a ar:

- a) tração à ruptura;
- b) alongamento à ruptura.

Ensaios físicos:

- a) temperatura de fragilização;
- b) resistividade volumétrica.

5.4.4. Relação dos Ensaios para o Material da Cobertura

Ensaios mecânicos antes e após envelhecimento artificial em câmara de UV:

- a) tração à ruptura;
- b) alongamento à ruptura.

Temperatura de fusão e de oxidação dos materiais da cobertura;

Ensaios mecânicos antes e após o envelhecimento artificial em estufa a ar:

- a) tração à ruptura;
- b) alongamento à ruptura.

Ensaios físicos:

- a) alongamento a quente, somente para as camadas de XLPE;



- b) retração ao calor;
- c) absorção de água;
- d) determinação do teor de negro de fumo (quando aplicável);
- e) determinação da dispersão dos pigmentos de negro de fumo (quando aplicável).

5.4.5. Relação dos Ensaios para o Cabo Coberto Completo

A relação dos ensaios para o cabo coberto completo são:

- a) inspeção geral;
- b) verificação dimensional, cabo completo, condutor, semicondutora e cobertura;
- c) tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura;
- d) verificação da aderência da cobertura;
- e) tração e alongamento à ruptura do condutor;
- f) medição da resistência elétrica do condutor;
- g) tensão elétrica aplicada no cabo;
- h) resistência ao trilhamento elétrico;
- i) resistência à abrasão;
- j) resistência à penetração longitudinal de água;
- k) verificação da compatibilidade do material de bloqueio com conexões elétricas;
- l) resistência de isolamento à temperatura ambiente;



m) permissividade relativa.

5.4.6. Ensaio de Tipo e de Recebimento

A aplicação desses ensaios encontra-se na Tabela 1 do Anexo 7.1.

5.4.6.1. Amostragem para Ensaio de Aprovação do Tipo

Os corpos de prova devem ser retirados pelo inspetor das primeiras bobinas construídas de cada tipo construtivo de cabo, em quantidade e comprimento adequados à realização de todos os ensaios previstos nesta Especificação.

Se os resultados de todos os ensaios forem satisfatórios, o tipo será aceito para futuros fornecimentos.

5.4.6.2. Amostragem para Ensaio de Recebimento

A quantidade de bobinas a serem retiradas de cada lote completo deve estar de acordo com a Tabela 10 do Anexo 7.2. As bobinas devem ser colhidas pelo inspetor da Celesc D nos lotes prontos para embarque.

Cada lote sujeito à amostragem, conforme a Tabela 10, deve ser formado por cabos de mesmo tipo construtivo e mesma bitola. Foi considerado um comprimento de em torno de 500 m de cabo em cada bobina. Para comprimentos muito diferentes desse, uma amostragem equivalente poderá ser definida mediante acordo entre fabricante e Celesc D.

De cada bobina devem ser retirados corpos de prova do cabo completo, em quantidade e comprimento adequados à realização de todos os ensaios previstos, desprezando-se sempre o primeiro metro da extremidade.

A critério da Celesc D, caso apenas um corpo de prova seja reprovado em qualquer ensaio, este ensaio poderá ser repetido em dois outros corpos de prova retirados da mesma amostra (bobina). Ocorrendo nova falha, a amostra (bobina) será considerada defeituosa.

Nos ensaios realizados em 100% das bobinas do lote, as bobinas que falharem em algum ensaio deverão ser substituídas por outras idênticas, de modo que todas as bobinas entregues à Celesc D tenham sido aprovadas nesses ensaios.



A critério da Celesc D poderá ser solicitado cópias das fichas técnicas de controle de recebimento das matérias-primas e controle do processo de fabricação referente ao cabo em questão.

5.4.6.3. Relatórios de Ensaios de Tipo

O fornecedor deve remeter à Celesc D a quantidade solicitada de cópias dos relatórios dos ensaios efetuados, devidamente assinados pelo representante do fabricante e pelo inspetor da Celesc D.

Os relatórios de ensaios devem ser apresentados em formulários de tamanho A-4 da ABNT. Todos os desenhos e tabelas devem ser confeccionados nos formatos padronizados pela ABNT.

O relatório de ensaios de tipo deve conter as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação.

Além dos requisitos mínimos indicados no subinciso 5.4.6.4. com exceção das alíneas “c” e “d”, nos relatórios de ensaio de tipo devem constar:

- a) descrição da amostra a ser ensaiada, como nome comercial, classificação segundo a norma correspondente ABNT, materiais do condutor e isolamento, características gerais e dimensões;
- b) nos ensaios onde há uso de fórmulas matemáticas e determinação de parâmetros em virtude de características do projeto do cabo, devem constar o memorial de cálculos e os parâmetros escolhidos que se fizerem necessário para a apresentação dos resultados e parâmetros de ensaios;
- c) anexo com o catálogo do fabricante referente à família de cabos a que se está pleiteando a homologação;
- d) quando os ensaios de tipo não forem realizados na presença de um inspetor da Celesc D, uma declaração do fabricante indicando que o projeto do cabo não foi alterado desde a data da realização dos ensaios deve acompanhar os relatórios de ensaio;
- e) data de fabricação da amostra número da ordem de fabricação ou documento equivalente emitido pelo fornecedor;



- f) memorial de cálculo indicando os valores de capacidade de condução de corrente, indutância, queda de tensão, gráficos das correntes de curto-circuito admissíveis e outros parâmetros elétricos para a família de cabos referentes a esta Especificação;
- g) quando solicitadas, devem ser juntadas ao relatório de ensaios declarações de fornecimentos a outras concessionárias de transmissão e/ou distribuição de energia elétrica.

5.4.6.4. Relatórios de Ensaio de Recebimento

O fornecedor deve remeter à Celesc a quantidade solicitada de cópias dos relatórios dos ensaios efetuados, devidamente assinados pelo representante do fabricante e pelo inspetor da Celesc.

Os relatórios de ensaios devem ser apresentados em formulários de tamanho A-4 da ABNT. Todos os desenhos e tabelas devem ser confeccionados nos formatos padronizados pela ABNT.

Os relatórios dos ensaios de recebimento devem conter as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, além dos requisitos mínimos relacionados a seguir:

- a) nome do ensaio;
- b) nomes da Celesc D e do fornecedor;
- c) número e item da ordem de compra – OC, emitido pela Celesc D;
- d) número da ordem de fabricação ou documento equivalente emitido pelo fornecedor;
- e) identificação do laboratório onde os ensaios foram executados;
- f) data de início e término dos ensaios;
- g) identificação e quantidade dos cabos submetidos a ensaio (tamanho do lote, número de identificação das unidades, carretéis, amostrados e ensaiados);
- h) desenho do cabo indicando as suas partes construtivas;



- i) descrição sumária do processo de ensaio, com constantes, métodos, normas técnicas e instrumentos empregados;
- j) memória de cálculo com resultados e eventuais observações;
- k) valores obtidos no ensaio (em cada corpo de prova ensaiado);
- l) quando necessário, deve ser apresentado a análise estatística do ensaio;
- m) atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o cabo ensaiado passou ou não no referido ensaio;
- n) nomes legíveis e assinaturas do inspetor da Celesc D e dos responsáveis pelos ensaios.

5.4.7. Aceitação e Rejeição do Lote sob Inspeção

O número total de bobinas defeituosas deve ser levado à Tabela 10 do Anexo 7.2., que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

Mudanças no regime de inspeção, ou quaisquer outras considerações adicionais, devem ser feitas de acordo com a NBR-5426.

As bobinas defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas a fim de recompor um novo lote, o que poderá ser realizado por uma única vez, submetendo-o a uma nova inspeção. Em caso de nova rejeição, são aplicáveis as cláusulas contratuais pertinentes.

5.4.8. Descrição dos Ensaios

5.4.8.1. Verificação Dimensional

A verificação dimensional deve ser feita em amostras de cabo pronto retirando-se um corpo de prova de cada bobina amostrada.

O diâmetro do condutor encordado, a espessura da camada semicondutora, a espessura da cobertura isolante e o diâmetro externo do cabo completo devem ser determinados conforme a NBR NM-IEC 60811-1-1.



Requisito: constitui falha o não atendimento aos valores estabelecidos nas Tabela 2 e Tabela 3 do Anexo 7.2. e o especificado no inciso 5.4.2.

5.4.8.2. Ensaio Físicos para a Blindagem Semicondutora

Os ensaios devem ser executados conforme os parâmetros e normas citados na Tabela 7 do Anexo 7.2., obedecendo aos requisitos ali estabelecidos.

Os corpos de prova devem ser preparados conforme indicado na norma de cada ensaio a partir da blindagem semicondutora. Devem ser preparados 5 corpos de prova para cada ensaio, preferencialmente a partir de cinco diferentes bobinas componentes do lote produzido.

Requisito: após o envelhecimento em estufa a ar, constitui falha a ocorrência de variação de resistência à tração e do alongamento à ruptura maior ou menor que 25% do valor obtido anterior ao envelhecimento.

5.4.8.3. Ensaio Mecânicos antes e após Envelhecimento Artificial em Câmara UV do Material da Cobertura

O ensaio deve ser realizado conforme a metodologia e as condições descritas na ASTM-G-155 (Método A) ou na NBR 9512, com exceção das amostras, que devem ser constituídas de 5 segmentos de cabo completo.

Os corpos de prova, para os ensaios mecânicos, devem ser retirados após o envelhecimento da face exposta à radiação, o mais próximo possível da superfície externa.

Os corpos de prova devem ser preparados conforme NBR NM-IEC 60811-1-1.

Os corpos de prova devem ser submetidos às condições de ensaio por 2000 horas.

Requisito: após o tempo de exposição acima mencionado, os corpos de prova não devem apresentar variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura relação aos valores originais, superior ou inferior a 25%.

5.4.8.4. Ensaio Físicos para os Materiais da Cobertura

Os ensaios devem ser executados de acordo com os parâmetros e normas citados na Tabela 8 do Anexo 7.2.



Os corpos de prova devem ser preparados conforme indicado na norma de cada ensaio, a partir da cobertura retirada de amostra de cabo completo. Devem ser preparados 5 corpos de prova para cada ensaio, a partir de cinco diferentes bobinas componentes do lote produzido.

No ensaio de envelhecimento em estufa a ar, devem ser determinadas as variações dos valores de resistência à tração e alongamento à ruptura, calculadas conforme Tabela 8 do Anexo 7.2.

No ensaio de envelhecimento em estufa a ar, constitui falha a ocorrência de variação de resistência à tração ou de alongamento à ruptura maior ou menor que 25%.

Requisito: nos demais ensaios, constitui falha o não atendimento por algum dos corpos de prova aos requisitos indicados na Tabela 8 do Anexo 7.2.

5.4.8.5. Temperatura de Fusão e de Oxidação dos Materiais da Cobertura

Para a temperatura de fusão, deverá ser obedecida a norma ASTM-D-3418 e, para a temperatura de oxidação, a norma ASTM-E-2009.

O ensaio deve ser realizado por calorimetria diferencial de varredura (DSC), cobrindo-se a faixa de temperaturas desde a ambiente (ao redor 20°C) até +300°C, com taxa de aquecimento de 10°C/minuto, em amostra de O₂.

Os corpos de prova devem ser preparados a partir da cobertura retirada de amostra de cabo completo. Devem ser obtidos 3 corpos de prova, preferencialmente a partir de 3 diferentes bobinas componentes do lote produzido. Os corpos de prova devem possuir cerca de 0,5 mm de espessura e massa em torno de 3 mg retirados da superfície externa da cobertura.

Como ensaio de tipo, constitui falha o não atendimento da temperatura de fusão de algum dos corpos de prova de no mínimo 105°C, não devendo haver pontos de transição em temperaturas abaixo desta (na faixa de temperaturas do ensaio), bem como variação superior a 2°C entre os valores extremos obtidos.

Requisitos: como ensaio de recebimento, constitui falha a ocorrência de qualquer das seguintes condições:

- a) média dos valores obtidos para a temperatura de fusão dos corpos de prova fora da faixa compreendida pela média dos respectivos valores do ensaio de tipo $\pm 2^\circ\text{C}$;



- b) variação superior a 2°C entre os valores extremos obtidos para a temperatura de fusão dos corpos de prova;
- c) ocorrência de pontos de transição abaixo da temperatura de fusão, na faixa de temperaturas do ensaio, com qualquer dos corpos de prova, inferiores a 105°C;
- d) ocorrência de oxidação ou degradação do material em temperatura inferior a 245°C.

5.4.8.6. Verificação da Aderência da Cobertura

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR-11873, com 5 amostras do cabo completo de bobinas distintas, o qual deve ter comprimento suficiente para ser montado no dispositivo de teste, que deverá ser conforme a Figura 2 do Anexo 7.3.

Requisitos:

- a) a aderência da cobertura deve ser tal que, segurando-se firmemente a parte coberta de um corpo de prova igual ao mostrado na Figura 2 do Anexo 7.3., não se consiga deslizar o condutor ao longo da cobertura, pressionando-o com os dedos ou batendo-o contra uma superfície plana e rígida;
- b) a força necessária para a retirada da cobertura do condutor não deve ser inferior a 20 daN para os cabos de seção até 50 mm², 30 daN para cabos de seção de 70 mm² até 120 mm² e 50 daN para cabos de seção maior ou igual a 150 mm²;
- c) constitui falha se a média aritmética dos 5 resultados obtidos no ensaio for inferior aos valores mencionados acima.

5.4.8.7. Tração e Alongamento à Ruptura do Condutor

Devem ser ensaiados 3 corpos de prova de comprimento adequado, retirados de amostra de cabo completo.

As coberturas dos corpos de prova devem ser removidas e a superfície do condutor deve ser limpa, de modo a permitir sua avaliação durante o ensaio.

O ensaio deve ser executado conforme NBR-7272, considerando-se como a RMC (ruptura mínima) o valor da carga mínima de ruptura indicado na Tabela 2 do Anexo 7.2.



Requisito: a carga de tração à ruptura dos condutores dos cabos cobertos deve atender os valores mínimos especificados na Tabela 2 dos Anexo 7.2.

5.4.8.8. Medição da Resistência Elétrica do Condutor

A resistência elétrica do condutor de cada bobina do lote sob inspeção deve ser medida conforme NBR-6814, sendo referida a 20°C e o resultado convertido em Ω/km com base no comprimento registrado na bobina.

Requisito: a resistência elétrica medida em corrente contínua a 20°C, por unidade de comprimento, não deve ser superior aos valores máximos especificados na Tabela 2 do Anexo 7.2.

5.4.8.9. Tensão Elétrica Aplicada na Cobertura

Os corpos de prova devem ter comprimento de pelo menos 300 mm e devem ser imersos em água a temperatura ambiente durante pelo menos 30 minutos, sendo um corpo de prova de cada bobina amostrada.

A seguir, os corpos de prova devem ser retirados da água e enxugados, sendo então enrolados fios de cobre de diâmetro aproximado de 1 mm em torno dos corpos de prova, em dois pontos equidistantes das extremidades e separados entre si por uma distância de 150 mm, que serão usados como eletrodos para aplicação da tensão especificada a seguir.

Requisito: a resistividade superficial da cobertura deve ser tal que suporte uma tensão de 15 kV de valor eficaz com frequência entre 48 e 62 Hz durante 1 minuto, sem resultar em arco elétrico, nem queima do material da cobertura e emissão de fumaça.

5.4.8.10. Tensão Elétrica Aplicada no Cabo

O ensaio deve ser realizado em todas as bobinas do lote, conforme a metodologia e as condições descritas na NBR-6881.

Requisitos:

- a) o cabo, quando submetido à tensão elétrica alternada com frequência entre 48 e 62 Hz, de valor eficaz equivalente a 6 kV por milímetro de cobertura (calculada com a espessura nominal declarada pelo fornecedor), durante 5 minutos, não deve apresentar perfuração;



- b) este requisito pode ser verificado com tensão elétrica contínua constante, durante 5 minutos, com valor equivalente a 14,4 kV por milímetro de cobertura (espessura nominal declarada pelo fornecedor), e não deve apresentar perfuração.

5.4.8.11. Resistência ao Trilhamento Elétrico

O ensaio deve ser executado conforme especificado na NBR-10296, método 2, critério A, com as informações complementares de acordo com a NBR-11873.

O ensaio deve ser realizado em 5 corpos de prova, retirados de amostra de cabo completo. Preferencialmente, deve-se retirar um corpo de prova de cada uma de cinco diferentes bobinas componentes do lote produzido. O trecho escolhido deve ter sua superfície inspecionada visualmente, para garantir que se trata de material sem caroços, raspados ou outros defeitos que possam invalidar o ensaio. A preparação dos corpos de prova deve ser realizada conforme especificado na NBR-10296, complementada pelas instruções contidas na NBR-11873.

Como ensaio de tipo, devem ser ensaiados 5 corpos de prova no estado de novo e outros 5 após submetidos a 2000 horas de envelhecimento em câmara de intemperismo artificial. Como ensaio de recebimento, todos os corpos de prova são ensaiados no estado de novo.

O degrau inicial de tensão deve ser de 2,50 kV para corpos de prova não envelhecidos e de 2,25 kV para corpos de prova envelhecidos. Os incrementos devem ser de 0,25 kV e o tempo de cada patamar deve ser de 1 hora.

Constitui falha no ensaio a ocorrência de qualquer das seguintes situações, com tensão de trilhamento de até 2,75 kV (inclusive) para cabo novo, ou de até 2,50 kV (inclusive) para cabo envelhecido:

- a) interrupção do circuito de teste de algum dos corpos de prova, por atuação automática de seu disjuntor;
- b) erosão do material de algum dos corpos de prova que descaracterize o circuito de teste;
- c) acendimento de chama no material de algum dos corpos de prova.



5.4.8.12. Resistência à Abrasão

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR-11873, com amostra do cabo completo. Os cabos devem ter comprimento suficiente para serem montados no dispositivo de teste, que deverá ser conforme a Figura 1 do Anexo 7.3.

Após a realização de cada ensaio, o corpo de prova deverá ser medido, por meio de um instrumento adequado, para determinar a profundidade raspada pelo gume de atrito na cobertura.

Requisito: os cabos devem suportar no mínimo 1000 ciclos de abrasão, sem que a lâmina de abrasão chegue a cortar mais de 0,25 mm da espessura da cobertura.

5.4.8.13. Resistência à Penetração Longitudinal de Água

O ensaio deve ser realizado conforme a metodologia e as condições descritas no Anexo C da NBR-11873, porém com pressão de água de 10 kPa (1 m de coluna de água).

Requisito: durante a execução do ensaio, não deve ocorrer vazamento de água pelas extremidades do corpo de prova e através dos interstícios do condutor num período mínimo de 24 horas.

5.4.8.14. Verificação da Compatibilidade do Material de Bloqueio com Conexões Elétricas

Essa verificação deve ser feita por meio de pelo menos 4 conexões, com tipo de conector definido de comum acordo entre Celesc D e fabricante, preferencialmente com o conector cunha.

Os conectores utilizados nos ensaios, bem como a preparação dos corpos de prova, devem atender as prescrições da NBR-11788 e ser adequados ao cabo sob ensaio. A cobertura do cabo, bem como a blindagem semicondutora, devem ser totalmente removidas.

Em todos os tipos de conexão sob ensaio devem ser aplicados os seguintes ensaios:

- a) resistência elétrica, conforme item 6.6.4 da NBR-11788;
- b) ciclos térmicos, conforme item 6.6.5 da NBR-11788.

Constitui falha, a ocorrência de qualquer uma das seguintes condições:



- a) não atendimento ao item 5.1.1 da NBR-11788, quanto ao ensaio de resistência elétrica;
- b) não atendimento ao item 5.2 da NBR-11788, quanto ao ensaio de ciclos térmicos;
- c) acendimento de chama no material de bloqueio;
- d) gotejamento ou vazamento de material de bloqueio pelas bordas das conexões ou por entre os fios formadores do condutor.

Para fins de comparação de resultados, o fabricante pode realizar o mesmo ensaio, utilizando condutor nu de mesma seção.

5.4.8.15. Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente

O ensaio deve ser realizado de acordo com a NBR 6813.

A medição da resistência de isolamento deve ser feita com tensão elétrica contínua de valor entre 300 e 500 Vcc, aplicada por um tempo mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos após o ensaio de tensão elétrica, com o cabo ainda imerso em água.

Requisito: a resistência de isolamento do cabo, referida ao comprimento de 1 km, não deve ser inferior à resistência de isolamento calculada pela fórmula seguinte, considerando $k_i = 3700 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$ para temperatura de 20°C:

$$R_i = k_i \log (D/d),$$

Onde:

D = diâmetro sobre a cobertura em mm

d = diâmetro sob a cobertura em mm

Quando a medição for realizada em temperatura diferente de 20°C, devem ser utilizados os fatores de correção para temperatura, dados na Tabela 11 do Anexo 7.2. fornecidos pelos fabricantes.



5.4.8.16. Permissividade Relativa

A permissividade relativa deverá ser calculada e o ensaio realizado segundo a norma NBR 7295. Este ensaio deve ser realizado em corpo de prova de cabo completo e à temperatura ambiente.

Um corpo de prova de pelo menos 3 m de comprimento deve ser imerso em água, pelo menos 1 h antes do ensaio. Após esse tempo, é medida a capacitância em $\mu\text{F/km}$, não havendo a necessidade de se utilizar o eletrodo de guarda.

5.4.8.17. Ensaio de Flexibilidade para o Cabo 16 mm² de Cobre

O ensaio visa verificar a flexibilidade do cabo de cobre 16 mm². Esse cabo é utilizado para ligações de Grampo de Linha Viva (GLV- E-313.0036 / O-10) a pára-raios, chaves fusíveis e outros equipamentos. O GLV pode ser utilizado para abrir o circuito, sendo necessária a flexibilidade do cabo para evitar quebra de tentos.

O ensaio de recebimento deve ser realizado em cinco amostras de cabo. Cada amostra deve ser cortada com 80 cm, tirando-se a cobertura em uma das pontas em um comprimento de 5 cm, no sistema ponta de lápis.

Deve-se prender os 3 cm finais dessa ponta a uma morsa ou conector, fixado à altura de aproximadamente 1 metro do solo. O cabo deve ficar na horizontal, constituindo o nível zero-referência.

O operador do ensaio deve segurar a outra ponta do cabo, elevá-lo a 40 cm acima da referência e abaixá-lo a 40 cm abaixo da referência, retornando ao nível zero. Esse processo constitui um ciclo.

Esse ciclo completo deve ser repetido **30 vezes** de maneira contínua, em um tempo uniforme de aproximadamente 1 minuto para cada amostra.

Constitui falha se:

- a) houver quebra de 1 ou mais tentos em, no mínimo, 2 cabos até o ciclo 10;
- b) houver quebra de 3 ou mais tentos em, no mínimo, 2 cabos até o ciclo 20;
- c) houver quebra de 5 ou mais tentos em no, mínimo, 2 cabos até o ciclo 30.



O croqui da montagem deve estar de acordo com a Figura 3 do Anexo 7.3.

5.4.8.18. Determinação do Tempo de Indução Oxidativa (OIT) da Cobertura

O ensaio deve ser realizado conforme a NBR-13977, para amostras retidas da cobertura do cabo. Se o cabo possuir mais de uma camada, deve ser retirado da camada mais externa.

Requisito: constitui falha, a amostra que não suportar um mínimo de 60 minutos.

5.5. Garantia

O fabricante deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados de acordo com os requisitos desta Especificação durante 8 anos e a reposição, livre de despesas, de qualquer cabo considerado defeituoso devido a eventuais deficiências de projeto, matéria-prima ou de fabricação.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Na aplicação desta Especificação, pode ser necessário consultar:

E-141.0001	Padrão de embalagens
E-313.0045	Certificação de Homologação de Produto
NBR-5111	Fios de cobre nus, de seção circular para fios elétricos – Especificação
NBR-5118	Fios de alumínio nus, de seção circular para fios elétricos – Especificação
NBR-5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimentos
NBR-5456	Eletricidade geral – Terminologia
NBR-5471	Condutores elétricos – Terminologia
NBR-6236	Madeiras para carretéis para fios, cordoalhas e cabos – Especificação
NBR-6239	Fios e cabos elétricos – Deformação a quente – Método de Ensaio
NBR-6246	Fios e cabos elétricos – Dobramento a frio – Método de Ensaio
NBR-6653	Fitas de aço para embalagem – Especificação
NBR-6756	Fios de aço zincado para alma de cabos de alumínio e alumínio-liga – Especificação
NBR-6813	Fios e cabos elétricos – Resistência de isolamento – Método de Ensaio
NBR-6814	Fios e cabos elétricos – Resistência elétrica – Método de Ensaio



NBR-7271	Cabos de alumínio para linhas aéreas – Especificação
NBR-7272	Condutor elétrico de alumínio – Ruptura e característica dimensional – Método de Ensaio
NBR-7295	Fios e cabos elétricos – Ensaio de capacitância e fator de dissipação
NBR-7300	Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistividade volumétrica – Método de Ensaio.
NBR-7307	Fios e cabos elétricos – Ensaio de fragilização – Método de Ensaio
NBR-7309	Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para condutores elétricos – Procedimento
NBR-7310	Transporte, Armazenamento e Utilização de Bobinas de Condutores Elétricos em Madeira – Procedimento
NBR-9511	Cabos elétricos – Raio mínimo de curvatura para instalação e diâmetro mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento – Padronização
NBR-9512	Fios e cabos elétricos – Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-B proveniente de lâmpadas fluorescentes – Método de Ensaio
NBR-10296	Material isolante elétrico – Avaliação da resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais – Método de Ensaio
NBR-11137	Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos – Padronização
NBR-11301	Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (Fator de Carga 100%) – Procedimento
NBR-11788	Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência – Especificação
NBR-11873	Cabos cobertos com material polimérico para redes de distribuição aérea de energia elétrica fixados em espaçadores, em tensões de 13,8 kV a 34,5 kV
NBR-13977	Cabos ópticos – Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) – Método de Ensaio
NBR-15957	Fios de aço revestido de alumínio, para alma e reforço de cabos de alumínio – Especificação
NBR-NM-280	Condutores de cabos isolados
NBRNM-IEC 60811-1-1	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas – Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas
NBRNM-IEC 60811-1-2	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico



- NBRNM-IEC 60811-1-3 Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa – Ensaios de absorção de água – Ensaio de retração
- NBRNM-IEC 60811-2-1 Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos – Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos – Capítulo 1: Ensaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral
- NBRNM-IEC 60811-4-1 Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno – Capítulo 1: Resistência à fissuração por ação de tensões ambientais – Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar – Medição do índice de fluidez – Determinação do teor de negro-de-fumo e/ou de carga mineral em polietileno
- ASTM-D-150 Test Methods A-C Loss Characteristics and permittivity (Dielectric Constant) of Solid Electrical Insulating Materials.
- ASTM-D-3418 Standard Test Method for Transition Temperatures of Polymers by Thermal Analysis.
- ASTM-G-155 Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-metallic Materials.
- BS-2782-Part-8 Methods for the Assessment of Carbon Black Dispersion in Polyethylene Using a Microscope.
- IEC-61597 Overhead electrical conductors – calculation methods for strand conductor.

7. ANEXOS

7.1. Ensaios

7.2. Características Físicas do cabo

7.3. Figuras dos Ensaios

7.4. Gráfico da Corrente de Curto

7.5. Padronização

7.6. Controle de Revisões e Alterações



7.7. Histórico da Revisão



7.1. Ensaios

Tabela 1 – Tipo e recebimento

ÍTEM	RELAÇÃO DOS ENSAIOS	BLINDAGEM SEMICONDUCTORA	COBERTURA	CABO COMPLETO	NORMA DE REFERÊNCIA
1	INSPEÇÃO GERAL			T/R	-
2	VERIFICAÇÃO DIMENSIONAL			T/R	NBR-NM-IEC 60811-1-1
3	ENSAIOS FÍSICOS DA BLINDAGEM SEMICONDUCTORA - ALONGAMENTO À RUPTURA (ESTUFA A AR) - TEMPERATURA DE FRAGILIZAÇÃO - RESISTIVIDADE VOLUMÉTRICA	T			Anexo 7.2. Tabela 7
4	ENSAIOS MECÂNICOS ANTES E APÓS ENVELHECIMENTO ARTIFICIAL EM CÂMARA DE ULTRAVIOLETA (UV) - COBERTURA - TRAÇÃO À RUPTURA - ALONGAMENTO À RUPTURA		T		ASTM-G-155 ou NBR-9512
5	ENSAIOS FÍSICOS DA COBERTURA -(ESTUFA A AR) - TRAÇÃO À RUPTURA - ALONGAMENTO À RUPTURA - RETRAÇÃO AO CALOR - ABSORÇÃO DE ÁGUA		T		Anexo 7.2. Tabela 8
6	TEMPERATURA DE FUSÃO E DE OXIDAÇÃO DOS MATERIAIS DA COBERTURA		T/R		ASTM D-3418 ASTM E-2009
7	ALONGAMENTO A QUENTE – XLPE DEFORMAÇÃO A QUENTE - HDPE		T/R		Anexo 7.2. Tabela 8
8	TEMPO DE INDUÇÃO OXIDATIVA (OIT)		T		Anexo 7.2.
9	DOBRAMENTO A FRIO		T		Tabela 8
10	TENSÃO ELÉTRICA APLICADA NA SUPERFÍCIE DA COBERTURA			T/R	Item 5.4.8.9.
11	VERIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA DA COBERTURA			T	Item 5.4.8.6. e NBR 11873
12	TRAÇÃO E ALONGAMENTO À RUPTURA DO CONDUTOR			T	NBR-7272
13	MEDIÇÃO DA RESISTÊNCIA ELÉTRICA DO CONDUTOR			T/R	NBR-6814
14	TENSÃO ELÉTRICA APLICADA NO CABO			T/R	NBR-6881
15	RESISTÊNCIA AO TRILHAMENTO ELÉTRICO			T/R	NBR-10296
16	RESISTÊNCIA À ABRASÃO			T	Item 5.4.8.12



17	RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO LONGITUDINAL DE ÁGUA			T	NBR-11873
18	VERIFICAÇÃO DA COMPATIBILIDADE DO MATERIAL DE BLOQUEIO COM CONEXÕES ELÉTRICAS			T	NBR-11788
19	RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO À TEMPERATURA AMBIENTE			T/R	NBR-6813
20	PERMISSIVIDADE RELATIVA			T	NBR-7295
21	TEOR DE NEGRO DE FUMO			T/R	NBR-NM-IEC 60811-4-1
22	DISPERSÃO DOS PIGMENTOS DE NEGRO DE FUMO			T	BS 2782 Parte 8 método B
23	FLEXIBILIDADE CABO 16 mm ² Cu			T/R	Item 5.4.8.17.

OBS: a inspeção geral deverá ser feita antes da execução dos ensaios.

T – Ensaio de Tipo

R – Ensaio de Recebimento



7.2. Características Físicas do Cabo

Tabela 2 – Características físicas do condutor

SEÇÃO	MATERIAL DO CONDUTOR	NÚMERO DE FIOS FORMADORES (mínimo)		DIÂMETRO DO CONDUTOR mm		CARGA DE RUPTURA MÍNIMA daN	RESISTÊNCIA ELÉTRICA c.c. a 20°C máxima Ω/km
		Al ou Cu	Aço	MÍNIMO	MÁXIMO		
mm²							
16	Cobre mole (Cu)	6 – C ⁽¹⁾	-	4,6	4,9	Ligação de equipamentos	1,150
70		12 - C	-	9,3	10,2	Ligação de Ramais	0,268
35 CAA ⁽³⁾	Alumínio (Al)	6 – RN ⁽²⁾	1	7,0	8,0	1000	0,850
50		6 - C	-	8,0	8,5	650	0,641
70 CAA ⁽⁴⁾		6 – RN	1	10,8	11,8	2000	0,428
150		15 - C	-	14,0	14,5	1950	0,206
185		30 - C	-	15,8	16,3	2405	0,164

(1) C: compactado

(2) RN: redondo normal

(3) Cabo baseado no 2 AWG

(4) Cabo baseado no 2/0 AWG

Tabela 3 – Características físicas do Cabo Completo

SEÇÃO	TENSÃO NOMINAL	ESPESSURA BLINDAGEM SEMICONDUTORA	ESPESSURA MÍNIMA DA COBERTURA	DIÂMETRO EXTERNO mm		MASSA APROXIMADA Kg/km
				MÍNIMO	MÁXIMO	
mm²	kV	mm	mm			
16 (Cu)	15	0,30 a 0,60	2,5	9,6	11,6	220
70 (Cu)			3,0	15,5	18,0	720
50 (Al)				14,0	17,3	235
185 (Al)				21,8	25,1	695
35 CAA (Al)	25	0,30 a 0,60	4,0	15,3	18,2	265
50 (Al)				16,0	19,4	385
70 CAA (Al)				18,5	21,5	530
150 (Al)				22,0	25,4	650
185 (AL)	35	0,30 a 0,60	7,6	31,6	34,9	1150

Tabela 4 – Características elétricas do Cabo Completo

SEÇÃO	TENSÃO NOMINAL	RESISTÊNCIA	REATÂNCIA INDUTIVA	IMPEDÂNCIAS DE SEQUÊNCIAS		COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO			
		90°C		XLPE (90 °C)		90°C			
				Z0	Z1 = Z2	COS φ = 1,0	COS φ = 0,9	COS φ = 0,85	COS φ = 0,80
mm²	kV	Ω/km	Ω/km	Ω/km		%/(MV A x km)			
50 (Al)	15	0,822	0,3065	0,9995+j2,4082	0,8218+j0,3065	0,4320	0,4592	0,4527	0,4424
185 (Al)		0,210	0,2575	0,3879+j2,3589	0,2102+j0,2575	0,1102	0,1586	0,1652	0,1692
50 (Al)	25	0,822	0,3354	0,9995+j2,4368	0,8218+j0,3354	0,1538	0,1660	0,1640	0,1607
150 (Al)		0,264	0,2952	0,4418+j2,3966	0,2641+j0,2952	0,0494	0,0687	0,0712	0,0726
185 (AL)	35	0,210	0,2864	0,3879+j2,3878	0,2102+j0,2864	0,0176	0,0264	0,0277	0,0285

Notas:

Referente às Tabelas de 1 a 7

- 1) Os valores de ruptura mínima do condutor foram obtidos a partir de um valor de resistência mínima de 130 MPa.
- 2) O valor da espessura nominal da cobertura é o valor mínimo. No caso de cabos de dupla camada, a camada externa deve ter espessura mínima igual à metade da espessura nominal da cobertura.
- 3) Cabos projetados para operação à temperatura ambiente entre - 5 °C e 45 °C (média diária não superior a 35 °C).
- 4) Temperatura de operação em regime permanente de 90 °C para cobertura de material termofixo, XLPE.
- 5) Reatâncias indutivas calculadas para espaçamento equivalente de 194 mm (15 kV) e de 285 mm (25 / 35 kV).
- 6) Os valores de coeficiente de queda de tensão são referidos à tensão fase-terra de 7,97 (classe 15kV); 13,34 (classe 25 kV) e 19,92 (classe 35 kV).

PADRONIZAÇÃO

ASAD

APROVAÇÃO

RES. DDI Nº 070/2018 – 30/10/2018

ELABORAÇÃO

DVEN

VISTO

DPEP

Tabela 5 – Capacidade de condução de corrente

Seção nominal mm ²	Tensão Nominal kV	CORRENTE NOMINAL (A)	
		Temperatura do condutor: 90°C	
		Temperatura ambiente	
		30°C	40°C
16 (Cu)	15	110	100
70 (Cu)		378	343
50 (Al)		248	225
185 (Al)		581	525
35 CAA (Al)	25	190	170
50 (Al)		247	224
70 CAA (Al)		300	268
150 (Al)		493	450
185 (Al)	35	549	497

Tabela 6 – Características Resumidas do Cabo Coberto

SEÇÃO (mm²)	Material do condutor	Tensão Nominal kV	Número de fios (mínimo)	Diâmetro Externo “D” Máximo (mm)	Massa Nominal Aproximada (kg / km)	Carga de Ruptura Mínima (daN)	Uso	Espessura Mínima da Cobertura (mm)	Código CELESC
16	Cu	15	6	11,6	220	n/a ⁽¹⁾	Equipamentos	2,50	30377
70			12	18,0	720	n/a ⁽²⁾	Ramais	3,00	31577
50	Al		6	17,3	235	650	Rede		15750
185			30	25,1	695	2405	Rede		15748
35 CAA	Al	25	6/1	16,1	265	1000 ⁽³⁾	Rural	4,00	21117
50			6	19,4	385	650	Rede		15752
70 CAA			6/1	21,5	530	2000 ⁽⁴⁾	Rural		39881
150			15	25,4	650	1950	Rede		15753
185	Al	35	30	34,5	1150	2405	Rede	7,60	15758

(1): Cabo utilizado somente para a ligação de equipamentos.

(2): Cabo utilizado somente para a ligação de ramais.

(3): Cabo utilizado em redes RURAIS protegidas baseado no cabo 2 AWG CAA.

(4): Cabo utilizado em redes RURAIS protegidas asseado no cabo 2/0 AWG CAA.

Tabela 7 – Características físicas do Composto da Blindagem Semicondutora

ITEM	CARACTERÍSTICA	REQUISITO	UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO
		Cobertura em XLPE		
1	- Ensaio de tração (alongamento à ruptura)			
1.1	Sem envelhecimento			NBR NM-IEC 60811-1-1
	- resistência a tração mínima	12,5	MPa	
	- alongamento à ruptura mínimo	200	%	
1.1	Após envelhecimento em estufa a ar:			NBR NM – IEC 60811-1-2
	- temperatura	135± 3	°C	
	- duração	168	h	
	- variação máxima da resistência à tração e do alongamento à ruptura	± 25	%	
2	- temperatura de fragilização (máxima)	-10	°C	NBR 7307
3	- resistividade volumétrica máxima a 80°C	10000	Ω x cm	NBR 7300

Tabela 8 – Características físicas do Composto da Cobertura – XLPE

ITEM	CARACTERÍSTICA	REQUISITO		UNIDADE	MÉTODO DE ENSAIO
		XLPE	HDPE		
1	Ensaio de tração				
1.1	Sem envelhecimento				NBR NM-IEC 60811-1-1
	- resistência á tração mínima	12,5	21,5	MPa	
	- alongamento à ruptura mínimo	200	300	%	
1.2	Após envelhecimento em estufa a ar				NBR NM-IEC 60811-1-2
	- temperatura	135±3	110±1	°C	
	- duração	168		h	
	- variação máxima da resistência à tração e do alongamento à ruptura	± 25		%	
2	Alongamento a quente:				NBR NM-IEC 60811-2-1
	- temperatura	200±3		°C	
	- tempo sob carga	15		min.	
	- solicitação mecânica	0,20	-	MPa	
	- máximo alongamento sob carga	175		%	
	- máximo alongamento após resfriamento	15		%	
3	Retração ao calor:				NBR NM-IEC 60811-1-3
	- temperatura	130±3	100±2	°C	
	- duração	1		h	
	- retração máxima permissível	4		%	
4	Absorção de água (método gravimétrico)				
	- duração da imersão	14		dias	
	- temperatura	85±3		°C	
	- variação máxima da massa	0,75		%	
5	Permissividade relativa	≤ 3,0		-	NBR 7295
6	Temperatura de fusão	>105		°C	ASTM-D-3418

	Temperatura de Oxidação	>245	°C	ASTM-E-2009
7	Teor de Negro de fumo Dispersão do pigmento de negro de fumo	>2 Figuras: 1, 3 e 4	% Semelhança ao padrão	NBR NM-IEC 60811-4-1 BS 2782 Parte 8
8	Tempo de indução oxidativa (OIT)	>60	min.	NBR-13977
9	Deformação a quente (em relação a esboço original) - temperatura - máxima profundidade de penetração	- 90±1 10	°C %	NBR 6239
10	Dobramento a frio - temperatura - duração - resultado	-25 1 Sem rachadura	°C h	NBR NM IEC 60811-1-3

Tabela 9 – Massas a serem utilizadas no ensaio de abrasão

Diâmetro Externo do Cabo (mm)	Massa Total do Peso de Teste ± 5% - (g)
Até 13	400
Acima de 13 até 16	500
Acima de 16 até 19	600
Acima de 19 até 22	700
Acima de 22	800

Tabela 10 – Plano de amostragem para os ensaios de recebimento

Tamanho do lote (nº de bobinas de +/- 500 m de cabo)	- Inspeção geral - Verificação dimensional - Tensão aplicada na superfície da cobertura				-Trilhamento elétrico -Temperatura de fusão do material da cobertura	- Medição da resistência elétrica do condutor - Ensaio de tensão elétrica aplicada no cabo - Resistência de isolamento
	Amostra (1)				Quantidade de conjuntos de corpos de prova (2)	Amostra
	Sequência	Tamanho	Ac	Re		
até 30	-	3	0	1	1	100% das bobinas do lote
31 a 50	-	5	0	1	1	
51 a 150	1ª	13	0	2	2	
	2ª	13	1	2		
151 a 200	1ª	20	0	3	3	
	2ª	20	3	4		
201 a 500	1ª	32	1	4	4	
	2ª	32	4	5		
501 a 1200	1ª	50	2	5	5	
	2ª	50	6	7		

Notas:

- 1) Regime de inspeção normal; amostragem dupla; nível de inspeção II; NQA = 2,5%.
 - 1.a) Ac - Número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote;
 - 1.b) Re - Número de unidades defeituosas que implica a rejeição do lote.

- 2) Procedimento para a amostragem dupla:
- 2.a) Inicialmente ensaiar um número de unidades igual ao da primeira amostra obtido na Tabela;
 - 2.b) Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre “Ac” e “Re” (excluídos esses valores), deverá ser ensaiada a segunda amostra;
 - 2.c) O total de unidades defeituosas encontradas após ensaiadas as duas amostras deverá ser igual ou inferior ao maior “AC” especificado.

Tabela 11 – Fatores para a correção da resistência de isolamento em função da temperatura – XLPE

Temperatura ° C	Coeficiente / °C			
	1,06	1,08	1,10	1,11
5	0,42	0,32	0,24	0,21
6	0,44	0,34	0,25	0,23
7	0,47	0,37	0,29	0,25
8	0,50	0,40	0,32	0,29
9	0,53	0,43	0,35	0,32
10	0,56	0,46	0,39	0,35
11	0,59	0,50	0,42	0,39
12	0,63	0,54	0,47	0,43
13	0,67	0,58	0,51	0,48
14	0,70	0,63	0,56	0,53
15	0,75	0,68	0,62	0,59
16	0,79	0,74	0,68	0,66
17	0,84	0,79	0,75	0,73
18	0,89	0,86	0,86	0,81
19	0,94	0,93	0,91	0,90
20	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,06	1,08	1,10	1,11
22	1,12	1,17	1,20	1,23
23	1,19	1,26	1,33	1,37
24	1,26	1,36	1,46	1,52
25	1,34	1,47	1,61	1,69
26	1,42	1,59	1,77	1,88
27	1,50	1,71	1,95	2,08
28	1,59	1,85	2,14	2,30
29	1,69	2,00	2,36	2,56
30	1,79	2,16	2,59	2,84
31	1,90	2,33	2,85	3,15
32	2,01	2,52	3,14	3,50
33	2,13	2,72	3,45	3,88
34	2,26	2,94	3,80	4,31
35	2,40	3,16	4,18	4,78
36	2,54	3,43	4,59	5,31
37	2,69	3,70	5,05	5,90
38	2,85	4,00	5,56	6,54
39	3,03	4,32	6,12	7,26
40	3,21	4,66	6,73	8,06

7.3. Figuras dos Ensaios

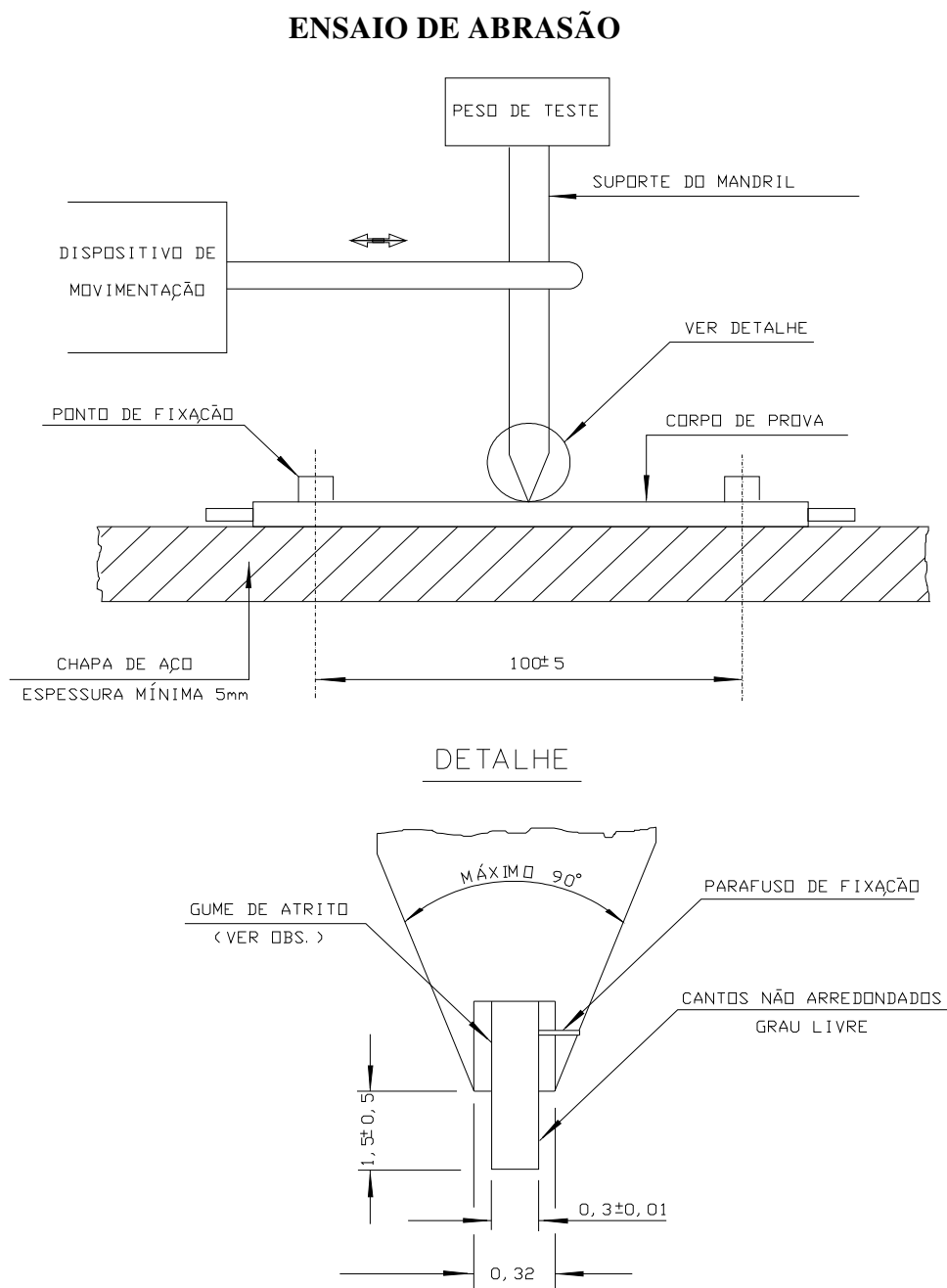


Figura 1 DISPOSITIVO PARA ENSAIO DE ABRASÃO

Notas:

- 1) Gume de tira de aço material “L2002” (cromo) dureza rockwell 61±1.
- 2) Dimensões em milímetros.

ENSAIO DE ADERÊNCIA DA COBERTURA

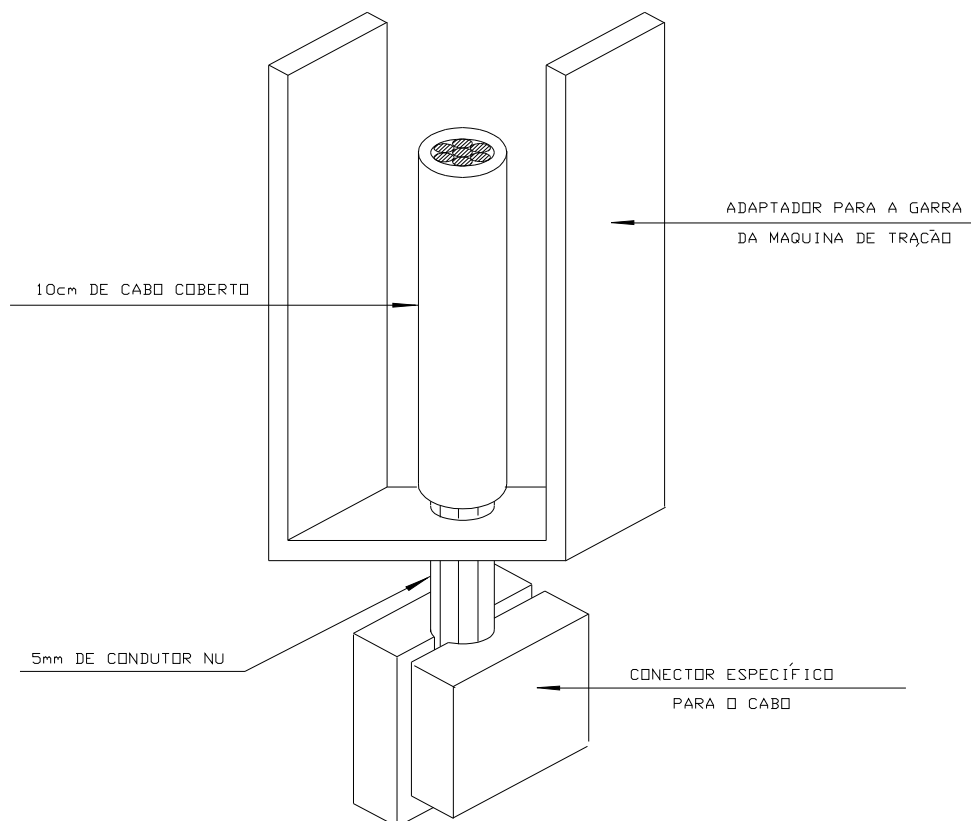


Figura 2 CORPO DE PROVA E DISPOSITIVO PARA ENSAIO DE ADERÊNCIA DA COBERTURA

ENSAIO DE FLEXIBILIDADE PARA O CABO DE 16 mm² DE COBRE

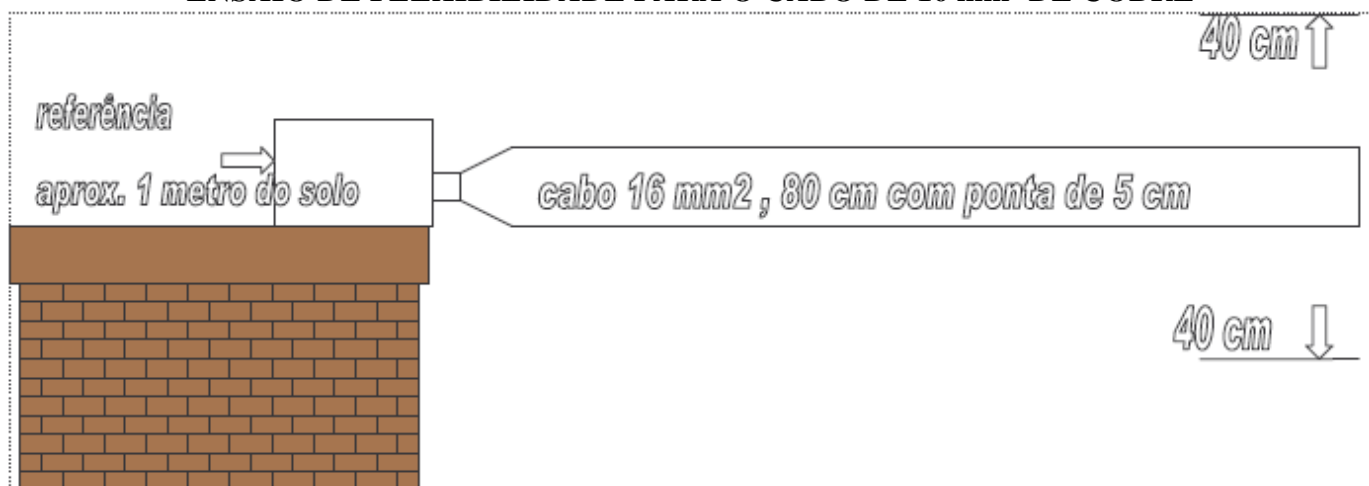
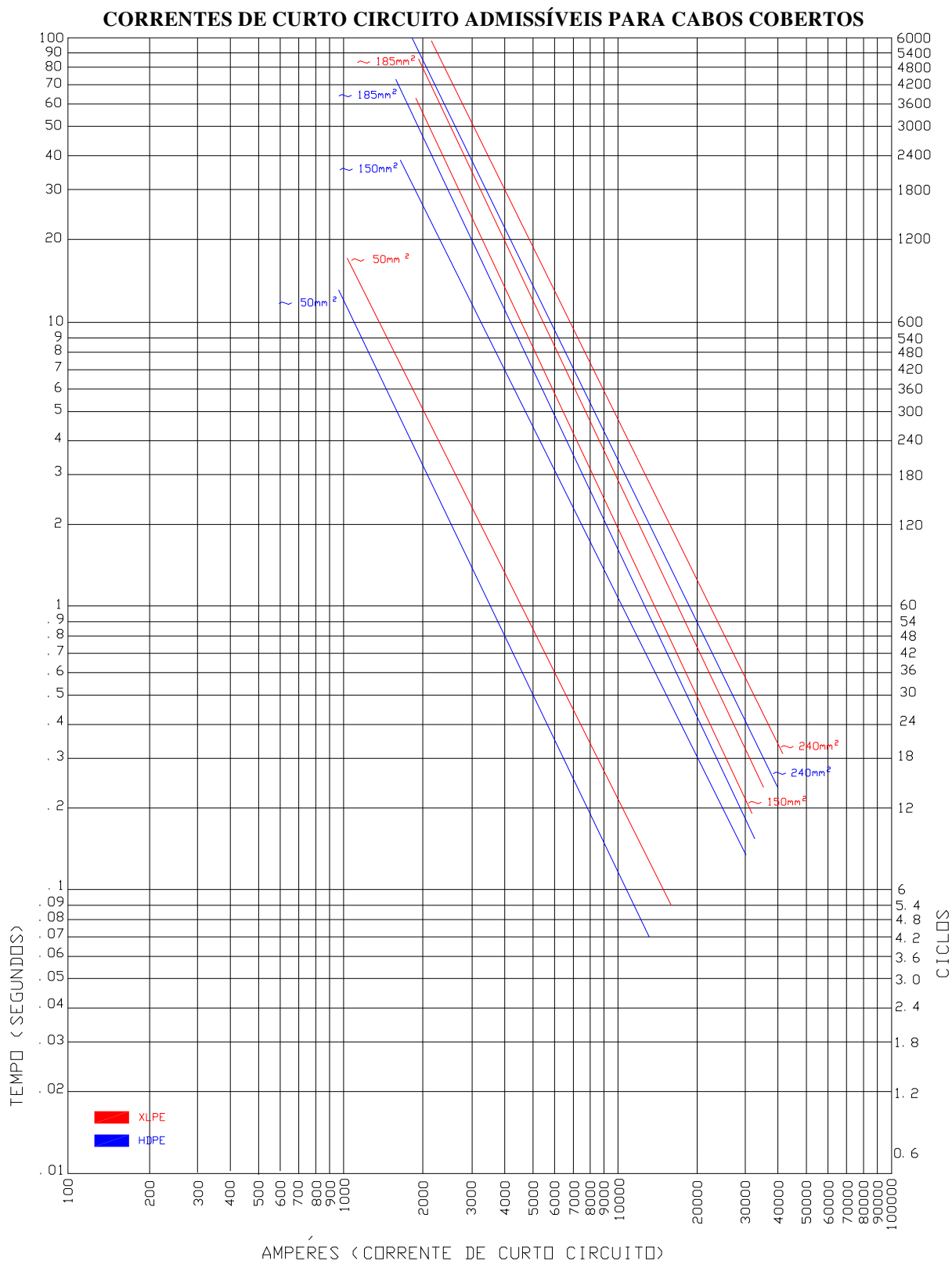


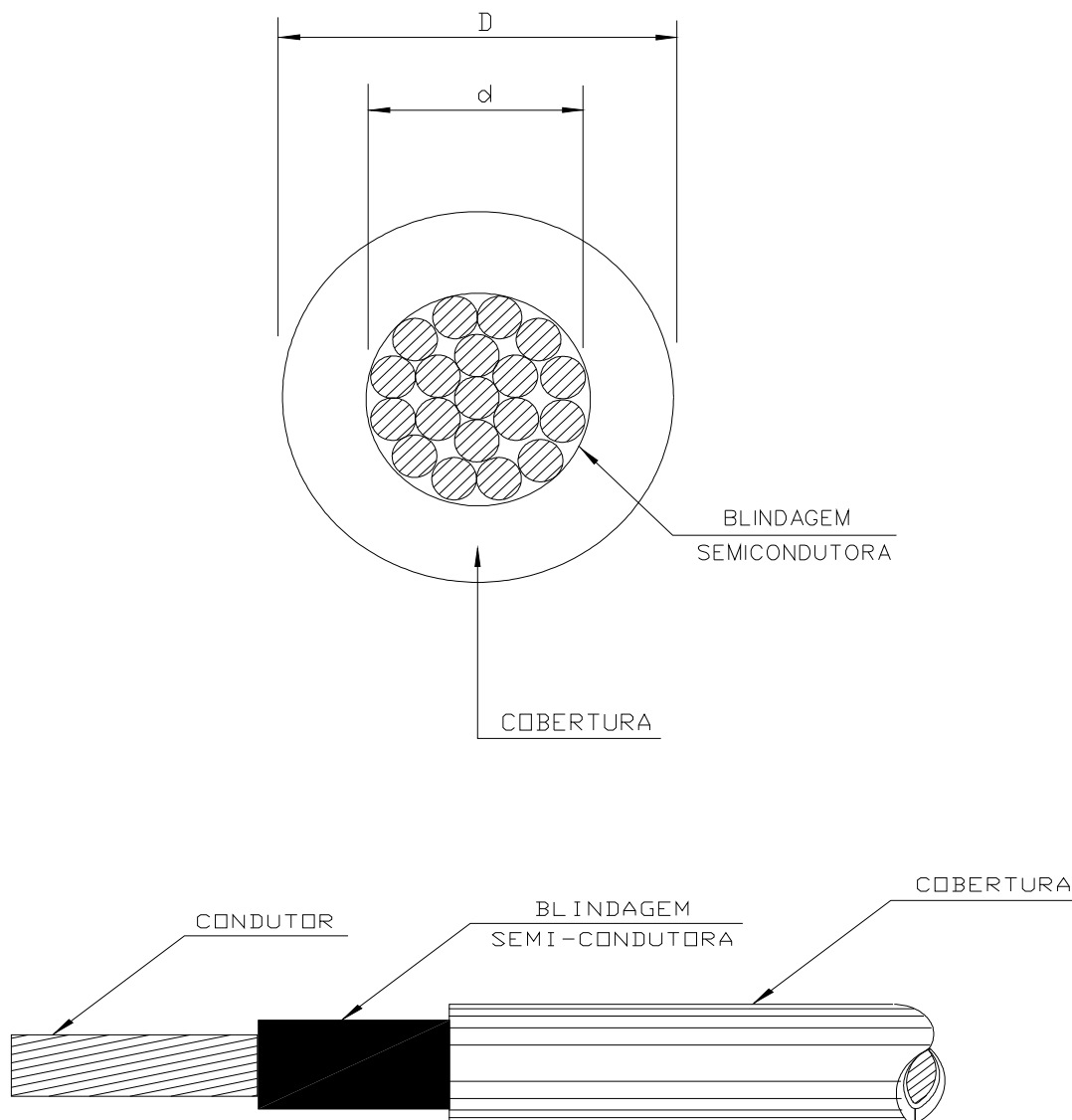
Figura 3 CORPO DE PROVA E DISPOSITIVO PARA ENSAIO DE FLEXIBILIDADE

7.4. Gráfico da Corrente de Curto



7.5. Padronização

C-16: CABO COBERTO PARA REDE COMPACTA



Notas:

- 1) A blindagem semicondutora é opcional para os cabos nas classes de tensão de 15 e 25 kV e obrigatória na classe de tensão de 35 kV.
- 2) É obrigatório o uso do bloqueio contra a penetração longitudinal de água no condutor.
- 3) Para os condutores com alma de aço, a formação é redondo normal.

7.6. Controle de Revisões e Alterações

Tabela 12 – Controle das revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	DDI N° 131/2012 – 27/06/2012	APD	GMTK	PNA
1	DDI N° 070/2018 – 30/10/2018	APD	GMTK	MAG

Tabela 13 – Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
Geral	todas	Indexação das tabelas, revisão de texto e figuras
5.2.2.	04	Atendimento a Especificação de Embalagens – E.141.0001
5.3.1.	08	Introdução do Condutor com Alma de Aço
5.3.3	10 e 11	Introdução de camada dupla com HDPE
7.2.	34 e 36	Adicionados os cabos 35 mm ² e 70 mm ² com alma de aço “cabo rural”
7.2	37 e 38	Adicionado as propriedades de HDPE na tabela 8

7.7. Histórico da Revisão

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
1ª	Outubro 2018	<ul style="list-style-type: none">- Geral - Indexação das tabelas, revisão de texto e figuras;- Inciso 5.2.2. - Atendimento a Especificação de Embalagens – E.141.0001;- Inciso 5.3.1. - Introdução do condutor com alma de aço;- Inciso 5.3.3. – Introdução da cobertura dupla com HDPE;- Subitem 7.2. - Adicionados os cabos 35 mm² e 70 mm² com alma de aço “cabo rural”;- Subitem 7.2. - Adicionado as propriedades de HDPE na tabela 8.	<p>APD</p> <p>GMTK</p> <p>MAG</p>

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0078	REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA SECUNDÁRIA ISOLADA ATÉ 1kV	1/39

1. FINALIDADE

Estabelecer as condições e os padrões de montagem das estruturas de Redes de Distribuição Aérea Secundária Isolada com cabos multiplexados autossustentados nas tensões até 1 kV, visando proteger a rede de distribuição de agentes externos que provoquem desligamentos, melhorando a qualidade da energia distribuída e as condições de segurança para operadores e transeuntes.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Agências Regionais, empreiteiras e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Os padrões de estruturas definidos nesta Especificação têm como base as recomendações contidas no Relatório 3.2.18.06.0, Pré-reunidos – padrões, especificações e diretrizes de projeto para Estruturas de Redes de Distribuição Aéreas Multiplexadas para tensão secundária até 1 kV do Comitê de Distribuição (CODI).

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos utilizados nesta Especificação estão de acordo com as normas de Terminologia da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e recomendações do Comitê de Distribuição (CODI), complementados pelos principais termos da rede multiplexada.

4.1. Cabo Multiplexado Autossustentado

Cabo constituído por um ou mais condutores, com isolamento sólida termofixa extrudada em polietileno reticulado – XLPE, dispostos helicoidalmente em torno de um condutor de



sustentação (cabo mensageiro). Também conhecido como cabo pré-reunido.

4.2. Condutor Neutro de Sustentação (Cabo Mensageiro)

Condutor destinado a sustentar mecanicamente os condutores fases reunidos de forma helicoidal em sua volta, podendo exercer também a função de neutro do sistema e ainda ser nu ou isolado.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Generalidades

Esta Especificação não invalida qualquer outra da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT ou de outros órgãos competentes, a partir da data em que entrar em vigor. No entanto, nos pontos em que houver divergências entre esta Especificação e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências aqui estabelecidas.

Os padrões apresentados nesta Especificação são resultados de experiências já verificadas em concessionárias participantes da Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADDEE e são aqueles mais utilizados para a rede multiplexada.

Os padrões apresentados poderão sofrer modificações em virtude do desenvolvimento tecnológico dos materiais constantes desta Especificação ou no caso de soluções práticas, conseguidas em campo, de forma a melhorar os citados padrões. Desta forma os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc quanto às eventuais alterações.

Os materiais empregados nesta rede devem possuir certificado de homologação de produto – CHP, conforme a E-313.0045.

5.2. Campo de Aplicação

A rede multiplexada de baixa tensão é o padrão mínimo para construção de redes de baixa tensão e deve ser aplicada em toda nova construção, reforma e extensão de rede.

5.3. Condições Específicas

Para os desenhos constantes nesta Especificação, deverá ser observado o recomendado nos incisos a seguir.



- 5.3.1. As estruturas padronizadas nesta Especificação são as mais usuais, sendo que outros arranjos de montagem são permitidos como alternativa, desde que atendam os critérios operacionais e de segurança.
- 5.3.2. Os cabos padronizados para esta rede estão estabelecidos na Especificação E-313.0052.
- 5.3.3. Os desenhos indicam postes de concreto circular, porém, as listas de materiais do desenho específico fornecem as quantidades também para poste duplo T e, neste caso, deve ser observada a face de maior resistência mecânica em função do projeto da rede. Devido ao menor custo, deve-se priorizar a utilização de poste duplo T.
- 5.3.4. Nas vias com posteação única, a rede secundária deverá ser instalada, sempre que possível, do lado da rua. Para sua instalação do lado do passeio, observar os afastamentos mínimos contidos no subitem 5.4.
- 5.3.5. O neutro da rede secundária isolada (cabo mensageiro) deverá ser aterrado conforme Instrução I – 313.0013, juntamente com o determinado nesta Especificação.
- 5.3.6. Materiais utilizados nas redes multiplexadas isoladas também estão descritos na NE-115E, E-313.0059 e na E-313.0007.
- 5.3.7. Os conectores cunha para ligação de aterramentos do mensageiro e estaiamentos estão contidos na Especificação E-313.0036.
- 5.3.8. Os critérios para engastamento de postes são aqueles estabelecidos pela Especificação E-313.0002.
- 5.3.9. Todas as pontas dos cabos isolados fases e neutro quando isolado (fins de linha, *jumpers*, cruzamentos aéreos, ligação de clientes, rabichos de ligação etc.) devem ser vedadas com capuzes elastoméricos adequados a cada seção ou fita autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.
- 5.3.10. É obrigatório o seccionamento da rede para a ligação dos transformadores, formando duas redes distintas, direita e esquerda do transformador. A ligação do cabo ao transformador deverá ser efetuada conforme inciso 5.3.12.
- 5.3.11. Os condutores ligados ao terminal de baixa tensão do transformador devem possuir sobra suficiente para permitir a instalação de instrumentos de medição.



- 5.3.12. Para a ligação dos cabos nos terminais de baixa tensão dos transformadores deve-se obrigatoriamente utilizar os terminais a compressão pré-isolados, conforme a E-313.0077. O Anexo 7.4. mostra a montagem deste terminal.
- 5.3.13. Quando retirado o conector de perfuração ou conector cunha, a isolação do cabo deve ser recomposta de forma a manter a isolação e a proteção contra penetração de umidade no cabo.
- 5.3.14. O conector perfurante não pode ser utilizado em cabos tracionados isolados ou nus.
- 5.3.15. Quando o neutro ou mensageiro da rede for isolado, em todos os pontos onde se realizar a abertura da isolação para conexões como também nas pontas, deve-se recompor a rede utilizando os materiais pertinentes.
- 5.3.16. Os padrões mostram apenas as estruturas típicas do secundário, pois as instalações do primário e iluminação pública são as mesmas utilizadas com cabos nus e/ou cobertos.
- 5.3.17. Os vãos secundários máximos, normalizados para este tipo de rede, são de até 60 m.
- 5.3.18. As características físicas e elétricas dos cabos isolados estão no Anexo 7.1. desta Especificação. As trações de montagem e flechas estão no Anexo 7.2.
- 5.3.19. As instruções de montagem e lançamento de cabos da rede isolada estão detalhadas no Anexo 7.3.
- 5.3.20. A altura mínima para instalação da rede secundária no poste deve ser de 7,0 metros.
- 5.3.21. Se houver a necessidade uma segunda rede, esta pode ser instalada abaixo da primeira, desde que atendidos os afastamentos mínimos e os espaços de compartilhamento indicados na I-313.0015.
- 5.3.22. A iluminação pública deve ser com comando individual.
- 5.3.23. As mudanças de seção ou fins de rede devem ser feitos sempre com encabeçamento de topo e nunca em tangência.
- 5.3.24. Todo encabeçamento deve ser feito em olhal ou porca-olhal.
- 5.3.25. Havendo necessidade, inverter a cavidade do grampo de suspensão.



- 5.3.26. Devem ser instalados para-raios de baixa tensão na transição de rede nua para rede multiplexada, entradas de clientes com cargas sensíveis e na baixa tensão de transformadores instalados em pontos com histórico de falha por sobretensão.
- 5.3.27. Devem ser instalados olhais nos postes em que houver previsão de ligação de consumidor em um lado ou em ambos os lados do poste.
- 5.3.28. O material olhal para parafuso (F-25) pode ser substituído pela porca-olhal (F-40).
- 5.3.29. No lugar da sapatilha (A-25), pode-se utilizar a manilha sapatilha (F-22).
- 5.3.30. Nesta rede, devem ser utilizados postes de concreto conforme E-313.0010, postes de madeira preservada, conforme E-313.0025 ou postes poliméricos conforme E-313.0066.
- 5.3.31. A identificação das fases se dará de seguinte forma:

Fase	Cor Isolação
A	PRETA
B	CINZA
C	VERMELHA

5.4. Afastamentos Mínimos

5.4.1. Disposições Gerais

Os afastamentos mínimos indicados nos desenhos a seguir deverão ser obedecidos em todas as estruturas. Estes poderão ser aumentados caso sejam exigidas maiores condições de segurança para manutenção e operação da rede.

São vedadas quaisquer construções civis e estruturas sob a rede secundária de baixa tensão. Somente serão permitidos aparelhos de uso coletivo como paradas de ônibus, entradas de metrô, pontos de taxi, decorações temporárias, construídos pelo poder público, desde que atendam os afastamentos mínimos de segurança padronizados.

A instalação de placas, luminosos e quaisquer outros aparelhos de publicidade deve atender aos afastamentos mínimos indicados nas figuras a seguir.

5.4.2. Afastamentos Mínimos - Condutores e Edificações

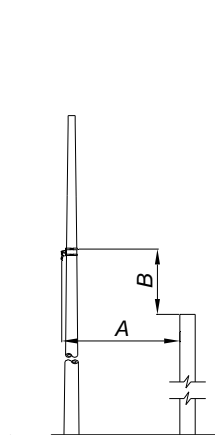


Figura a

Afastamento horizontal e vertical entre os condutores e muro

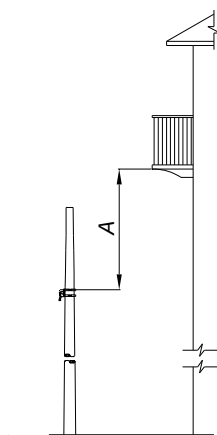


Figura b

Afastamento vertical entre os condutores e o piso da sacada, terraço ou janela das edificações

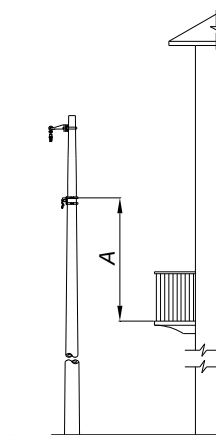


Figura c

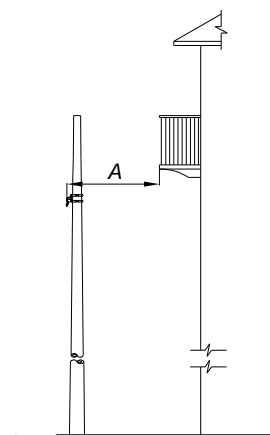


Figura d

Afastamento horizontal entre os condutores e o piso da sacada, terraço e janela das edificações

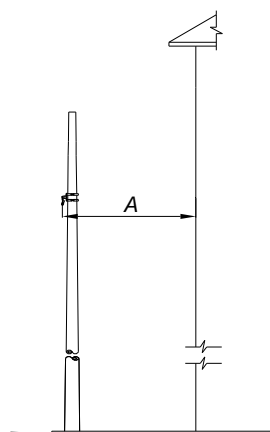


Figura e

Afastamento horizontal entre os condutores e as paredes de edificações

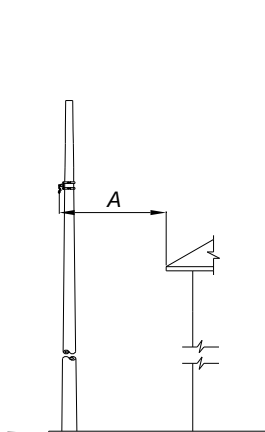


Figura f

Afastamento horizontal entre os condutores e a cimalha e o telhado de edificações

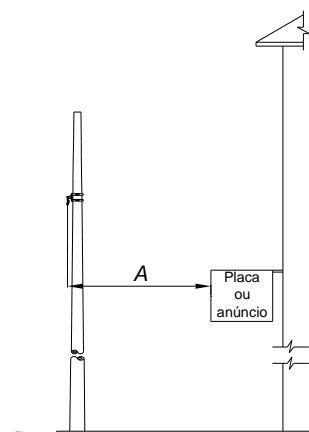


Figura g

Afastamento horizontal entre os condutores e as placas de publicidade

Afastamentos mínimos (mm)		
Figura	A	B
a	500	900
b	500	-
c	2 500	-
d	1 200	-
e	500	-
f	500	-
g	500	-



Notas:

1 - Se os afastamentos verticais das figuras “b” e “c” não puderem ser mantidos, exigem-se os afastamentos horizontais da figura “d”.

2 - Se o afastamento vertical entre os condutores e as sacadas, terraços ou janelas for igual ou maior do que as dimensões das figuras “b” e “c”, não se exige o afastamento horizontal da borda da sacada, terraço ou janela da figura “d”, porém, o afastamento da figura “e” deve ser mantido.

5.4.3. Afastamentos entre Condutores e Solo

Natureza do logradouro	Afastamento mínimo mm	
	Tensão U kV	
	Comunicação e cabos aterrados	$U \leq 1$
Vias exclusivas de pedestre em áreas rurais	3 000	4 500
Vias exclusivas de pedestre em áreas urbanas	3 000	3 500
Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais	4 500	4 500
Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas em áreas rurais	6 000	6 000
Ruas e avenidas	5 000	5 500
Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos	4 500	4 500
Rodovias federais e estaduais	7 000	7 000
Ferrovias não eletrificadas e não eletrificáveis	6 000	6 000

Nota:

Os valores da tabela são para condições de flecha máxima.



5.4.4. Afastamentos entre Condutores de Circuitos Diferentes

Afastamento mínimo (mm)		
Circuito 1		Circuito 2 – Rede Isolada
Tipo de Rede	E nominal (kV)	$E \leq 1$ kV
Rede Nua	$E \leq 1$	200
	$1 < E \leq 15$	800
	$15 < E \leq 35$	1 000
Rede Isolada	$E \leq 1$	200
	$1 < E \leq 35$	400
Rede Compacta	$1 < E \leq 15$	800
	$15 < E \leq 35$	1 000
Comunicação		600

Nota:

Para a travessia sobre a faixa de domínio de outros órgãos, devem ser obedecidas as distâncias mínimas exigidas em cada caso.

5.5. Estruturas – Rede Secundária

Os padrões apresentados nos desenhos a seguir são aqueles de uso mais comum para as redes isoladas. Novos padrões podem ser aceitos desde que observadas as condições de operação e manutenção da rede.

Os padrões de 5.5.2. a 5.5.12. devem ser usados para instalação de redes novas.

Os padrões de 5.5.13. a 5.5.15. devem ser usados somente em reformas de rede (troca de cabos nus por cabos multiplexados), fazendo-se as adaptações necessárias.

A lista de materiais para os postes de madeira preservada e poliméricos deve ser a mesma utilizada para o poste duplo “T”.

As dimensões apresentadas, salvo indicação em contrário, são dadas em milímetros.



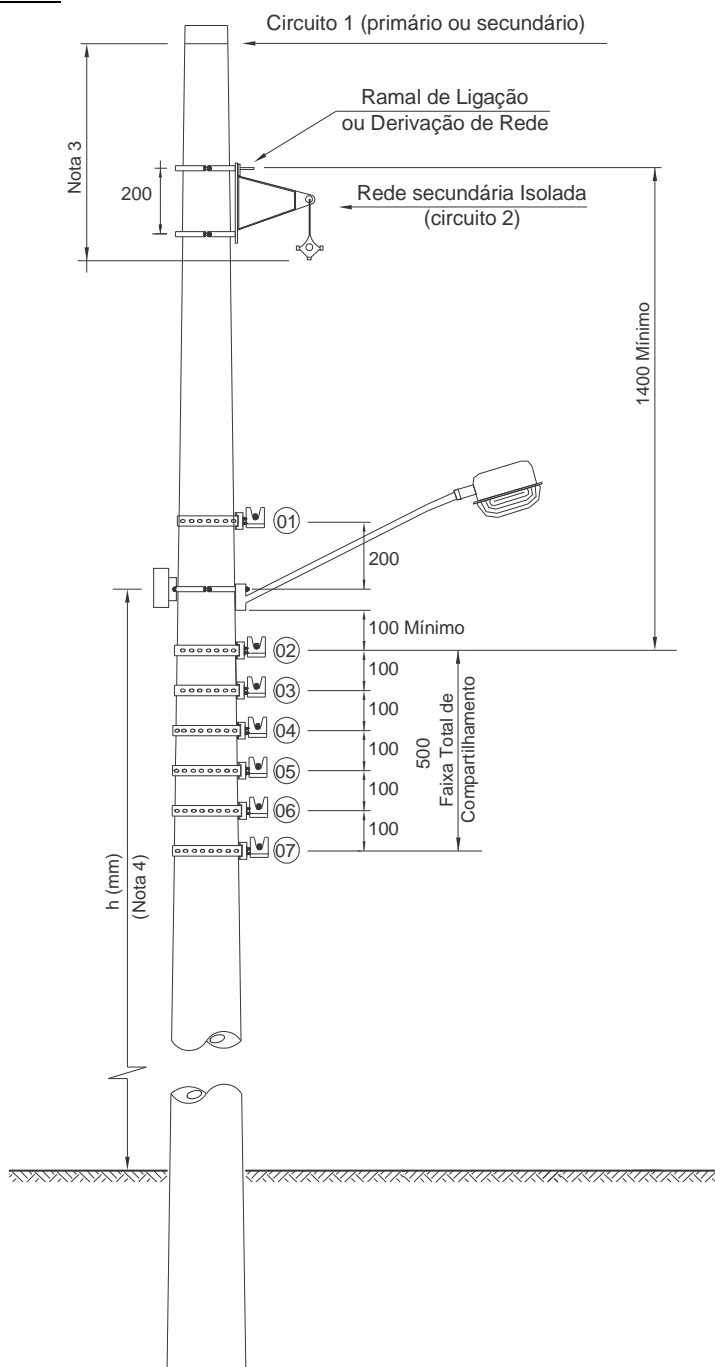
ÍTEM	ESTRUTURA	NOTAÇÃO
5.5.2.	Tangente	SI1
5.5.3.	Estrutura fim de rede	SI3
5.5.4.	Estrutura ancoragem sem seccionamento	SI4
5.5.5.	Estrutura ancoragem com seccionamento	SI5
5.5.6.	Estrutura transição rede nua – rede isolada	SI6
5.5.7.	Estrutura derivação tangente	SI7
5.5.8.	Estrutura derivação – encabeçamento duplo	SI8
5.5.9.	Estrutura conexão no vão (flying – tap)	SI9
5.5.10.	Estrutura cruzamento sem conexão no vão	SI10
5.5.11.	Estrutura – 90°C	SI11
5.5.12.	Instalação de Transformador	SITR
5.5.13.	Estrutura tangente – Reforma de Rede	SIA1
5.5.14.	Estrutura seccionamento – Reforma de Rede	SIA4
5.5.15.	Estrutura derivação – Reforma de rede	SIA7

Nota:

SI = Secundário Isolado



5.5.1. Compartilhamento

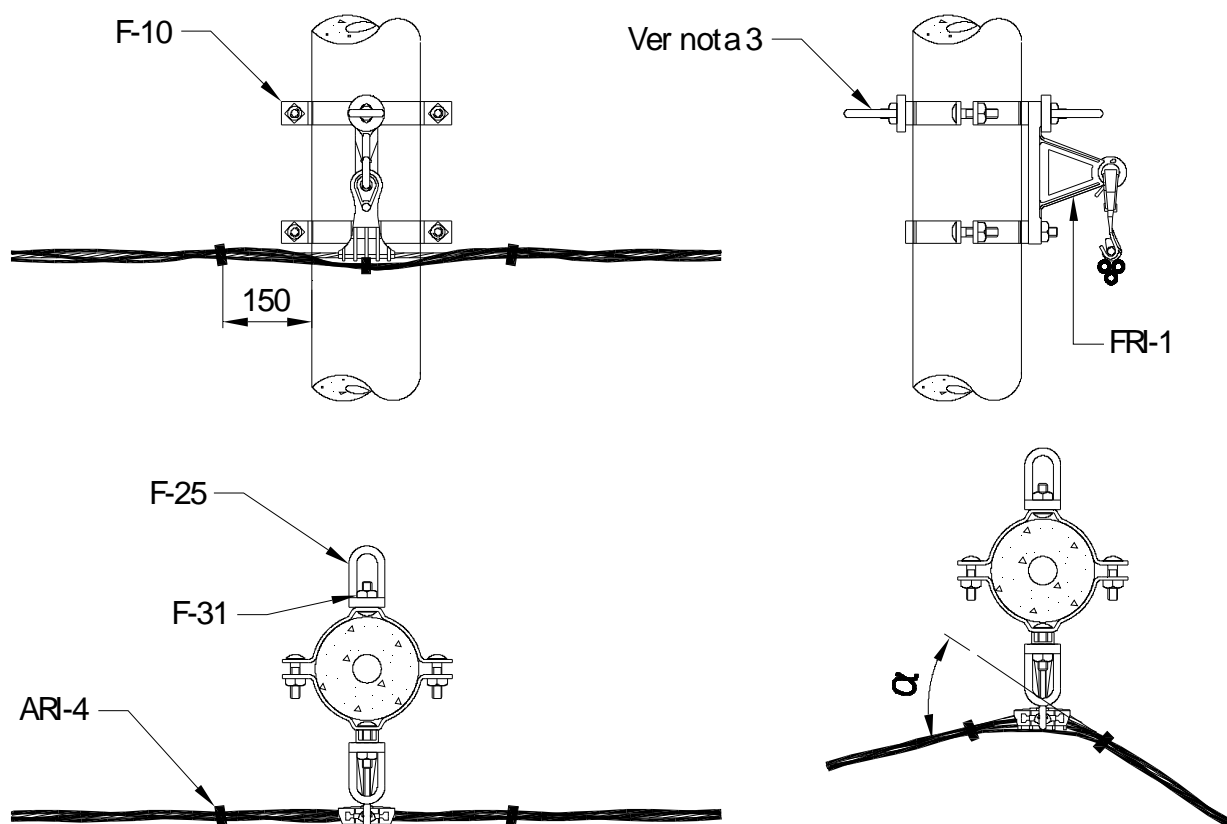


Notas:

1. Montagem orientativa geral. As dimensões estão em milímetros.
2. Materiais para iluminação pública conforme padrão Celesc.
3. As distâncias mínimas a serem observadas entre o circuito 2 (rede secundária isolada) e circuito 1 (primário e secundário), estão mostradas na tabela do inciso 5.4.4.
4. Os afastamentos mínimos exigidos dos cabos de telefonia e condutores ao solo estão indicados na tabela do inciso 5.4.3. para condições de flecha máxima.
5. O espaço a ser liberado no poste (entre o ponto 01 de comunicação e a rede secundária isolada) poderá ser utilizado para outro circuito secundário, observando-se os afastamentos estabelecidos na tabela do inciso 5.4.4. e a instrução I-313.0015.
6. A posição de número 01 de comunicação é exclusiva para utilização da Celesc.



5.5.2. Estrutura Tangente e Ângulo – SI1



Notas:

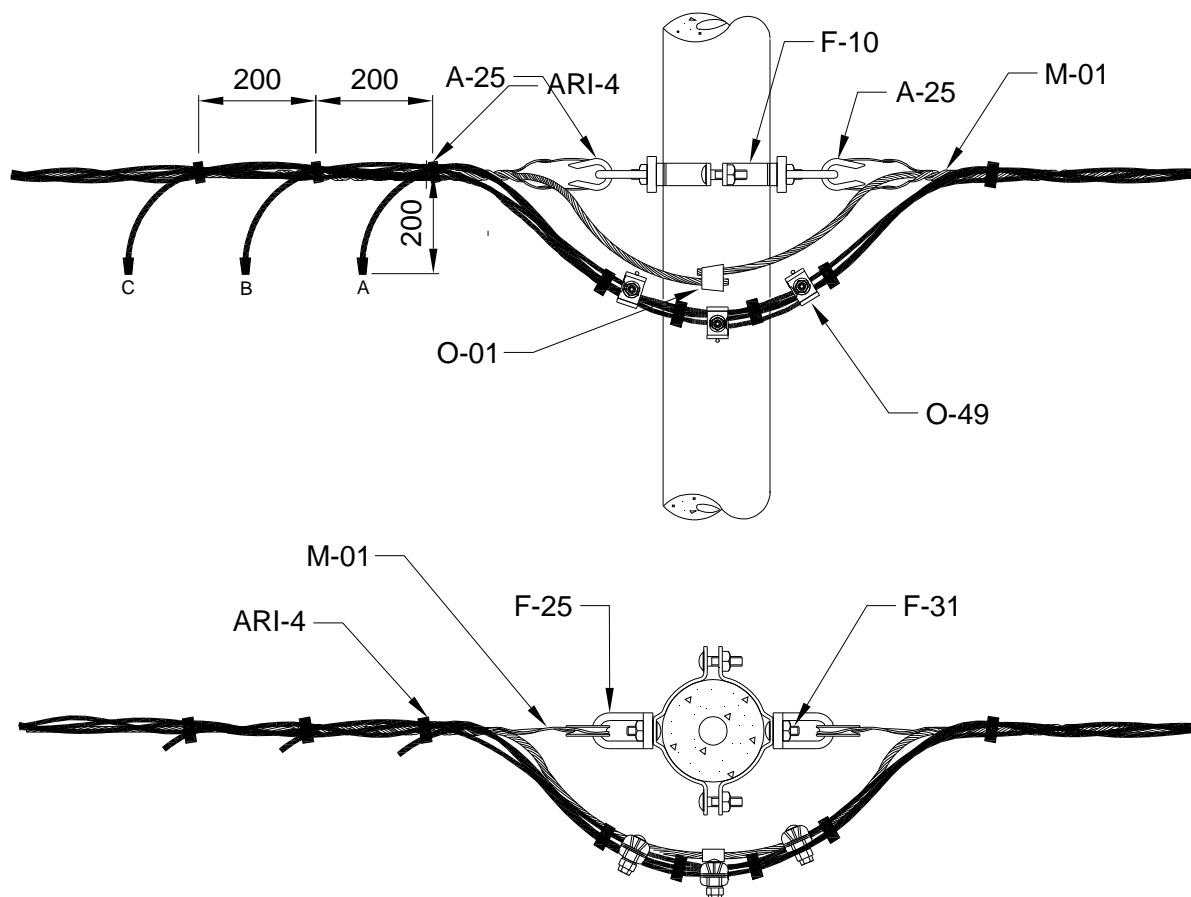
1. A estrutura deverá ser usada para ângulos de desvio $\alpha \leq 45^\circ$.
2. Para ângulos maiores, usar a estrutura SI 4.
3. Instalar o olhal quando necessário para ligação de consumidores na rede secundária.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	-	02	ARRUELA QUADRADA	F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR
ARI-4	03	03	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
FRI-1	01	01	CONJUNTO GRAMPO DE SUSPENSÃO	F-30	-	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA



5.5.4. Estrutura Ancoragem sem Secionamento - SI4

5.5.4.1. Emenda com Rabicho e Conector Perfurante



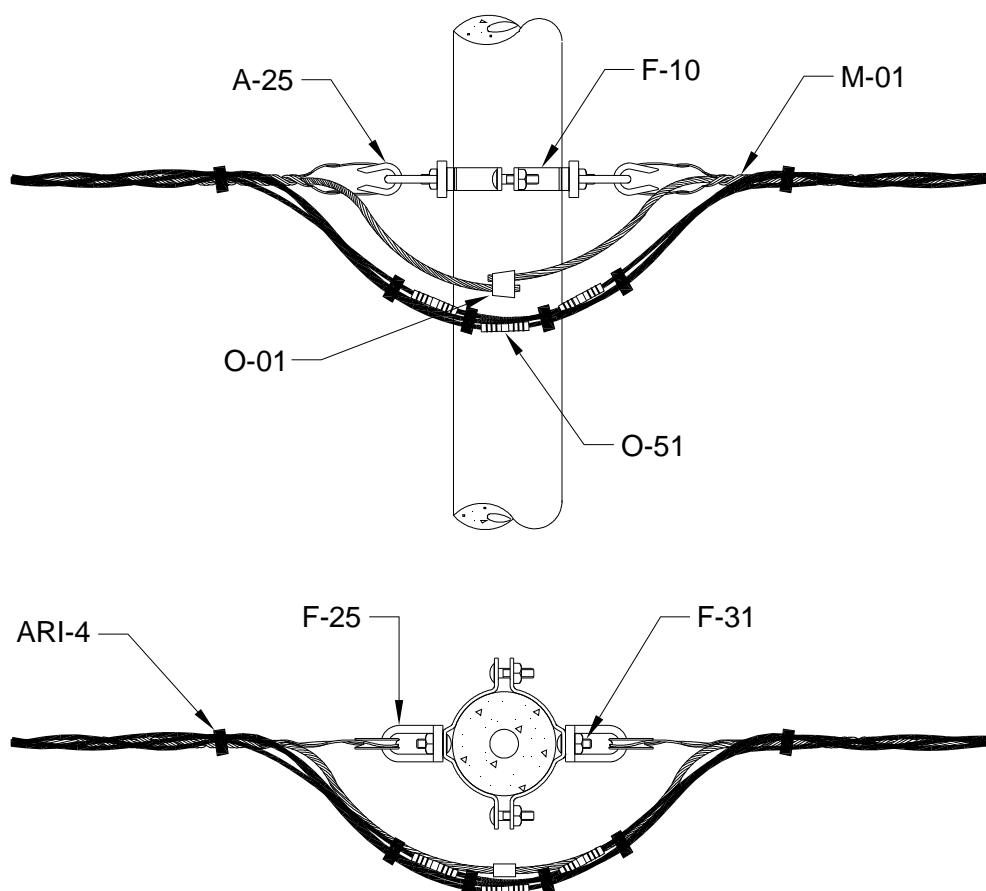
Notas:

1. Estrutura usada para encabeçamento duplo.
2. Afastar lateralmente as conexões para evitar contato.
3. Transpassar as pontas dos cabos para fazer o rabicho, que pode ser confeccionado nas duas laterais do poste conforme a necessidade.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	02	02	SAPATILHA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	06	06	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	02	02	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO	O-49	03	03	CONECTOR Perfurante
F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA OUADRADA				



5.5.4.2. Emenda com Luva sem Rabicho



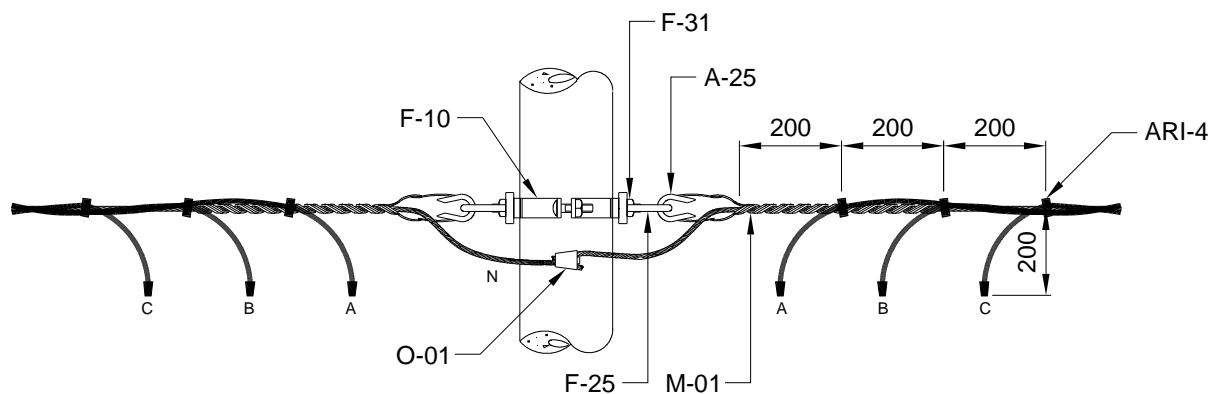
Notas:

1. Estrutura usada para encabeçamento duplo.
2. Afastar lateralmente as conexões para evitar contato.
3. O rabicho para conexão dos ramais da fase pode ser adicionado conforme a necessidade em uma ou nas duas laterais do poste de acordo com 5.6.2.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	02	02	SAPATILHA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	06	06	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	02	02	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO	O-51	03	03	CONECTOR EMENDA PRÉ-ISOLADA
F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA OUADRADA				



5.5.5. Estrutura Ancoragem com Secionamento – SI5



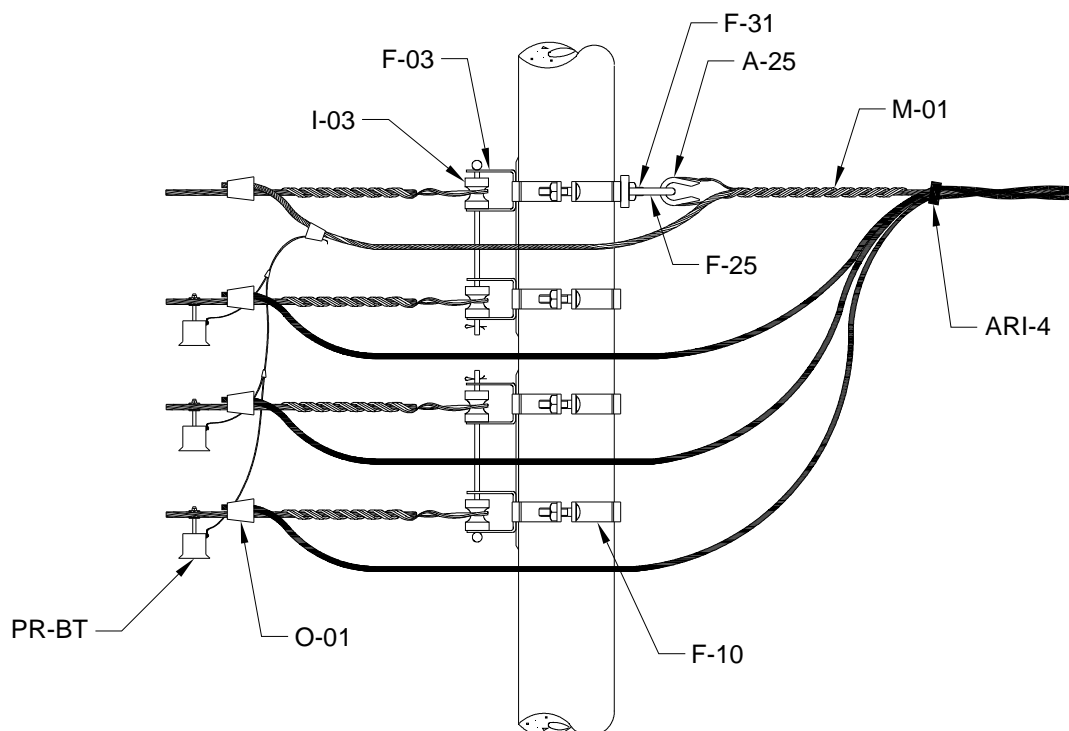
Notas:

1. Estrutura usada para ancoragem sem mudança de seção com interligação de neutro.
2. As pontas dos cabos deverão ser isoladas com capuz elastomérico ou fita de autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	02	02	SAPATILHA	F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
ARI-4	06	06	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	M-01	02	02	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO	O-01	01	01	CONECTOR CUNHA



5.5.6. Estrutura Transição Rede Nua/Rede Isolada – SI6



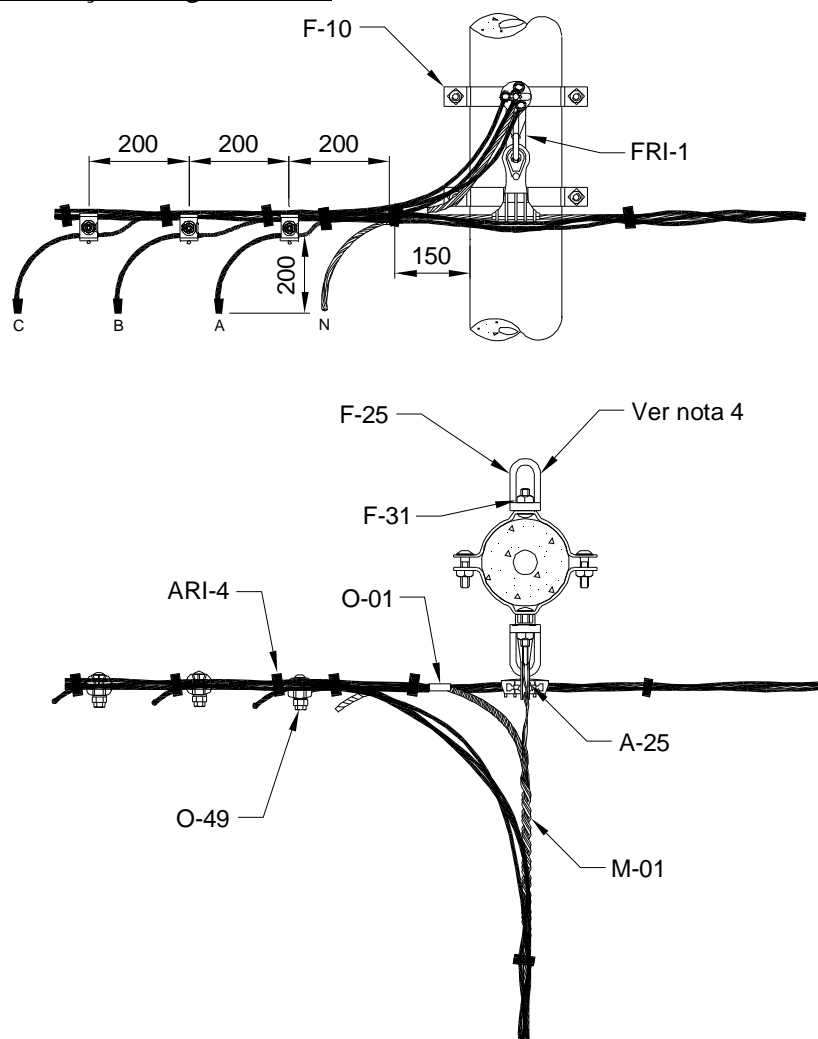
Notas:

1. Caso seja necessária a instalação dos para-raios de baixa tensão na rede isolada, utilizar conector de perfuração.
2. Na ligação com os cabos nus através de conectores cunha, devem-se proteger os cabos fase isolados contra a penetração de água utilizando fita de autofusão recoberta com fita de PVC para 90°C.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	--	03	ARRUELA QUADRADA	F-31	01	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
A-25	01	01	SAPATILHA	F-30	-	04	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
ARI-4	01	01	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	05	05	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-03	02	02	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA DE 2 ESTRIBOS	I-03	04	04	ISOLADOR ROLDANA
F-10	04	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01	05	05	CONECTOR CUNHA
F-25	01	01	OLHAL PARA PARAFUSO	PR-BT	3	3	PARA-RAIOS DE BAIXA TENSÃO



5.5.7. Estrutura Derivação Tangente – SI7



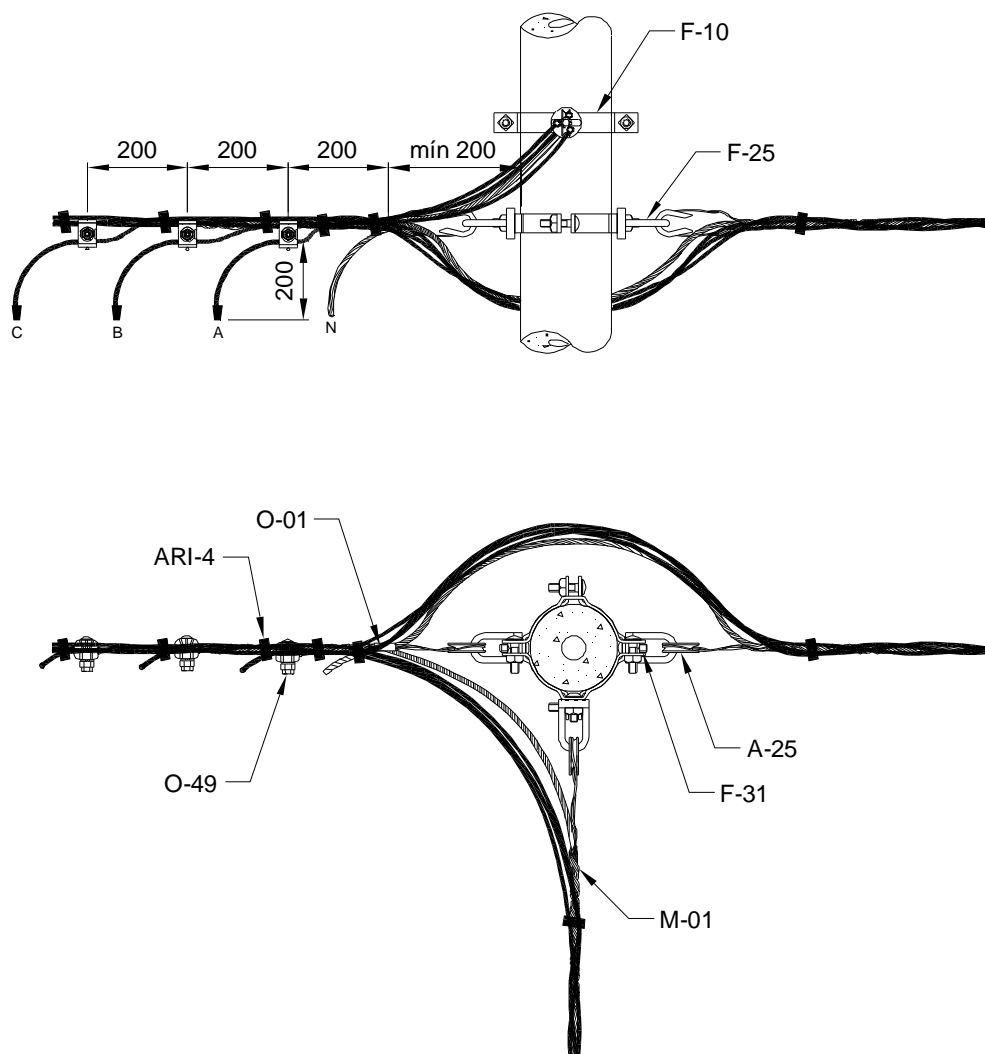
Notas:

1. Interligar os mensageiros com conector cunha.
2. Deverá ser obedecida a sequência de fases.
3. Afastar lateralmente as conexões para evitar contato entre as mesmas.
4. Instalar o olhal quando necessário para ligação de consumidores na rede secundária.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	--	02	ARRUELA QUADRADA	F-30	--	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
A-25	01	01	SAPATILHA	FRI-1	01	01	CONJUNTO GRAMPO DE SUSPENSÃO
ARI-4	07	07	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	01	01	OLHAL P/ PARAFUSO	O-49	03	03	CONECTOR DE PERFURAÇÃO
F-31	02	--	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA				



5.5.8. Estrutura Derivação – SI8



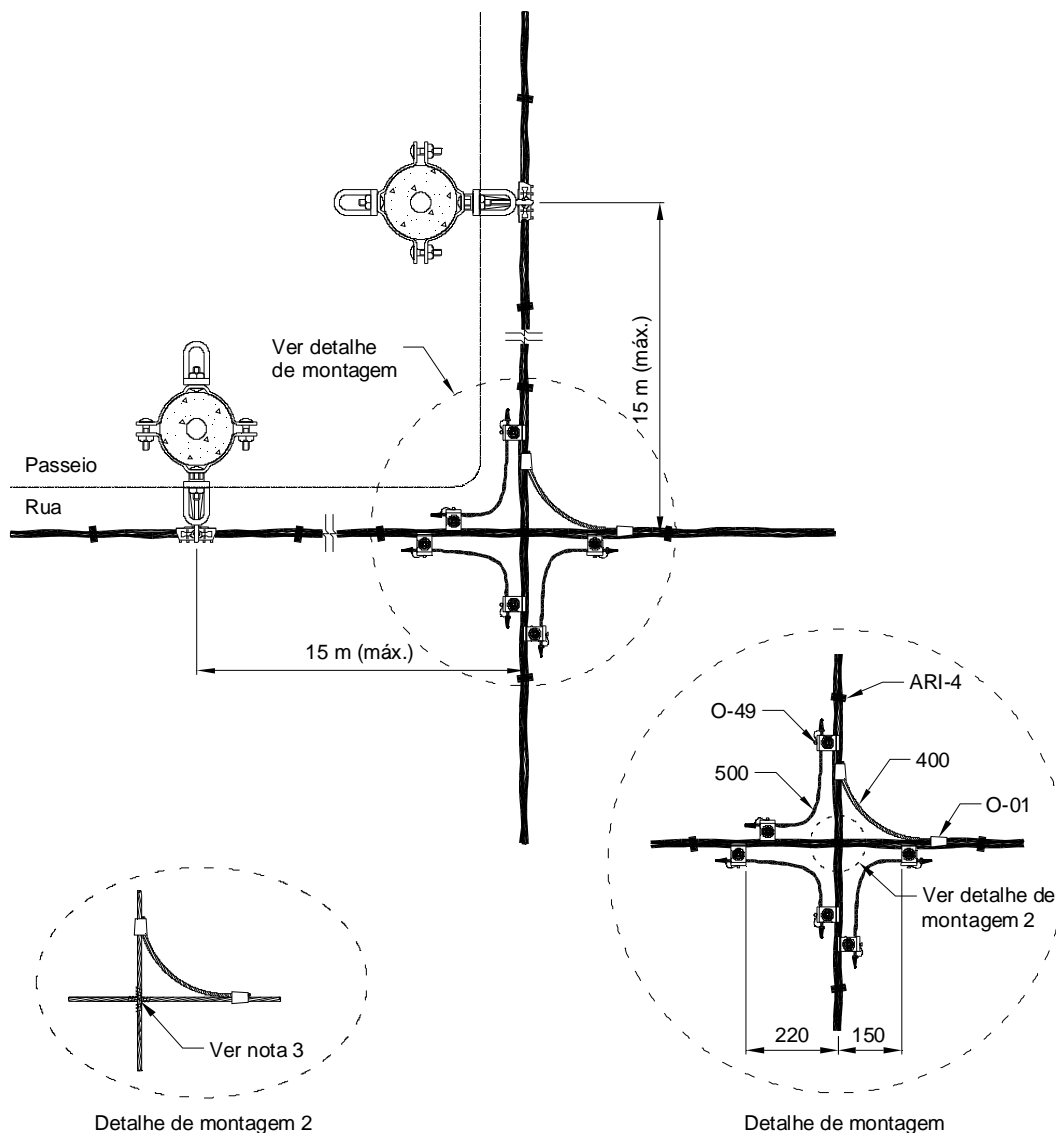
NOTAS:

1. Estrutura usada para ângulos de desvio $> 45^\circ$ com derivação.
2. As pontas dos cabos deverão ser isoladas com capuz elastomérico ou fita de autofusão recoberta fita isolante de PVC para 90°C .

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	--	01	ARRUELA QUADRADA	F-31	03	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
A-25	03	03	SAPATILHA	F-30	-	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
ARI-4	07	07	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	03	03	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01	01	01	CONECTOR CUNHA
F-25	03	03	OLHAL PARA PARAFUSO	O-49	03	03	CONECTOR DE PERFURAÇÃO



5.5.9. Estrutura Conexão no Vão (*Flying-Tap*) – SI9



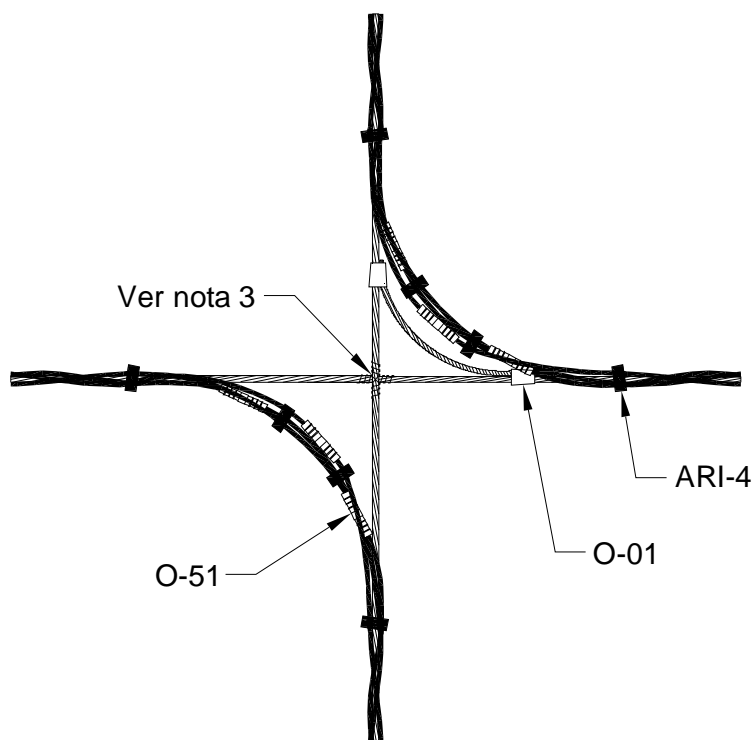
Notas:

1. As conexões deverão ser executadas após os cabos serem tensionados e fixados.
2. O jumper de ligação deverá ser de bitola igual a do maior condutor.
3. Os cabos mensageiros (neutro) deverão ser unidos no cruzamento com, no mínimo, 3 voltas de fio de alumínio recozido para amarração.
4. As pontas dos cabos deverão ser isoladas com capuz elastomérico ou fita de autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	04	04	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	O-49	06	06	CONECTOR PERFURAÇÃO
O-01	02	02	CONECTOR CUNHA				



5.5.10. Estrutura Cruzamento sem Conexão no Vão – SI10



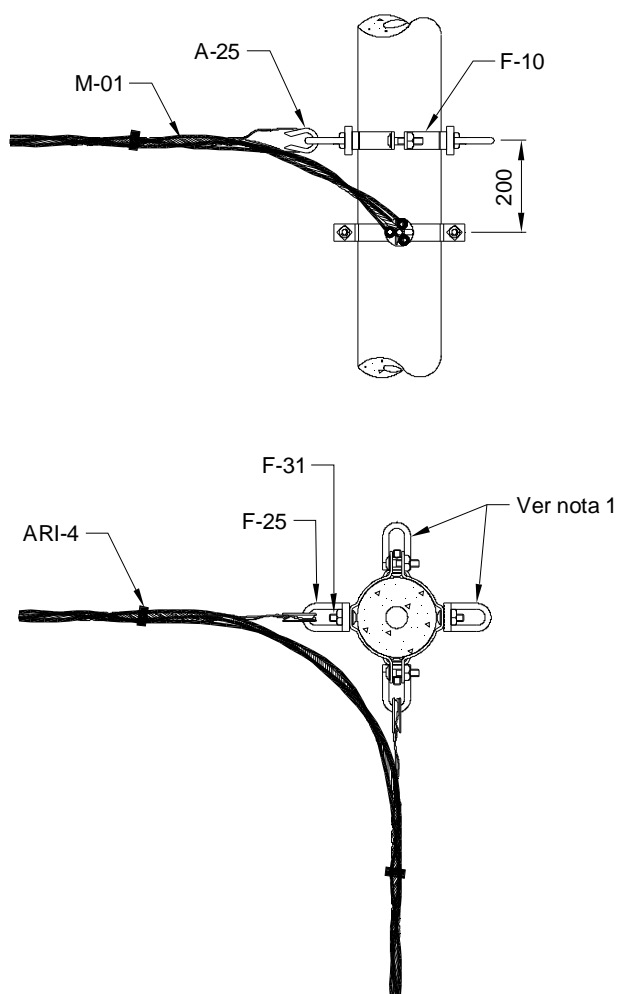
Notas:

1. Os condutores deverão ser amarrados com braçadeiras plásticas.
2. Os cabos deverão ser de mesma bitola.
3. Os cabos messageiros (neutro) deverão ser unidos no cruzamento com, no mínimo, 3 voltas de fio de alumínio recozido para amarração.
4. As pontas dos cabos deverão ser isoladas com capuz elastomérico ou fita de autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	08	08	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	O-51	06	06	CONECTOR EMENDA PRÉ-ISOLADA
O-01	02	02	CONECTOR CUNHA				



5.5.11. Estrutura 90° – SI11



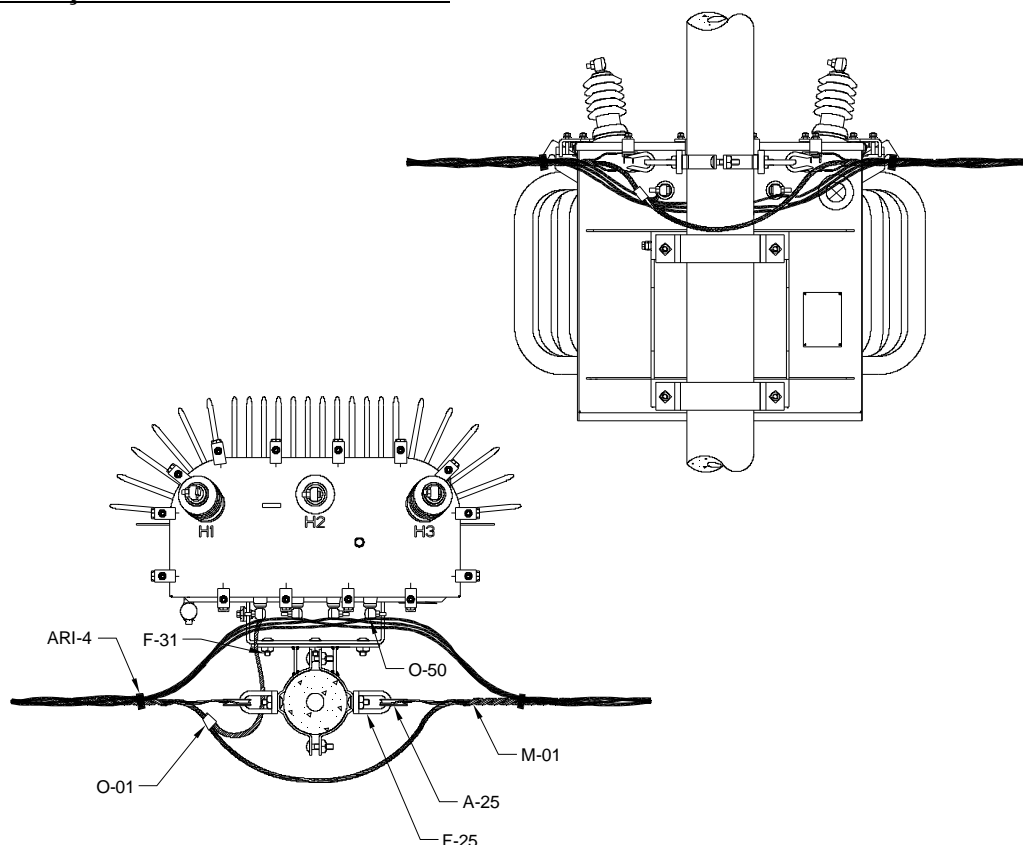
Nota:

1. Instalar o olhal quando necessário para ligação de consumidores na rede secundária.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-02	-	02	ARRUELA QUADRADA	F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO
ARI-4	02	02	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	F-30	-	02	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
A-25	02	02	SAPATILHA	F-31	02	-	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	M-01	02	02	ALÇA PRÉFORMADA DE DISTRIBUIÇÃO



5.5.12. Instalação de Transformador – SITR



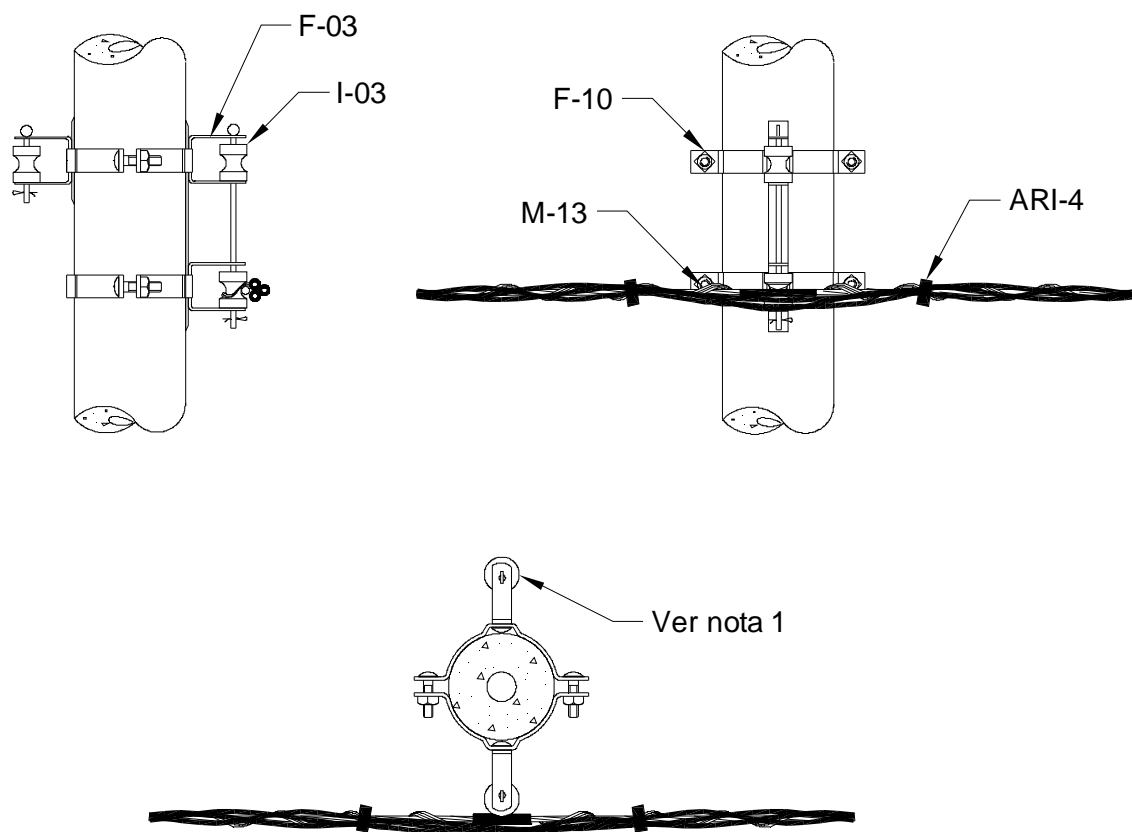
Notas:

1. O posicionamento do transformador pode ser alterado convenientemente com o projeto.
2. Os cabos devem ser seccionados e, em suas extremidades, devem ser aplicadas as terminações pré-isoladas especificadas na E-313.0077, as quais devem ser conectadas às buchas de BT do transformador.
3. Devem ser instalados para-raios de baixa tensão em cada uma das fases do transformador sempre que este for instalado em pontos com histórico de falhas por sobretensão.
4. Quando o transformador possuir suporte para para-raios de média tensão no tanque, os para-raios devem ser instalados nesses suportes.
5. Não pode ser utilizado cabo barramento na ligação do transformador ao cabo da rede secundária.
6. Deixar comprimento suficiente dos cabos para a instalação de equipamentos de medição.
7. Se o condutor neutro for isolado, acrescentar dois conectores terminais pré-isolados.
8. Para o caso de o transformador não possuir as buchas de BT com padrão tipo NEMA, utilizar terminal “bandeira” código SAP MM 36470, para realizar a conversão.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	02	02	SAPATILHA	F-25	02	02	OLHAL PARA PARAFUSO
A-30	02	-	SUPORTE P/ TRAFOS POSTE CONCRETO CIRCULAR	F-30	-	01	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA
A-31	-	02	SUPORTE P/ TRAFOS POSTE CONCRETO DUPLO T	F-31	06	04	PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA
ARI-4	02	02	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	02	02	ALÇA PRÉFORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
E-45	01	01	TRAFOS DE DISTRIBUIÇÃO	O-01	01	01	CONECTOR CUNHA
F-10	01	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-50	07	07	CONECTOR TERMINAL PRÉ-ISOLADO



5.5.13. Estrutura Tangente – Reforma de Rede – SIA1



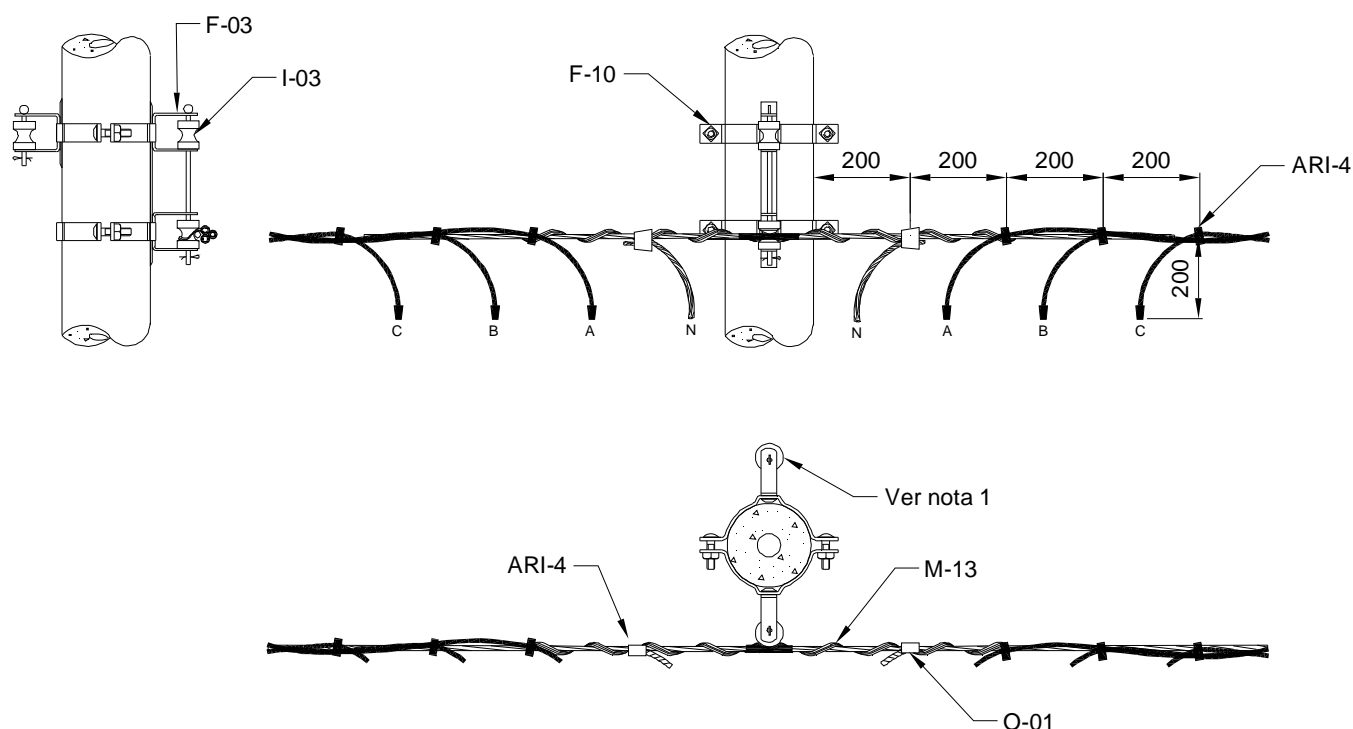
Notas:

1. Instalar, quando necessário, para ligação de consumidores situados no lado oposto da rede secundária.
2. Para evitar o contato direto do cabo mensageiro com o isolador roldana, aplicar o coxim de neoprene sobre o cabo.

LISTA DE MATERIAL							
ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO	ITEM	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	02	02	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	I-03	02	02	ISOLADOR ROLDANA
F-03	01	01	ARMAÇÕES SECUNDÁRIA (2 ESTRIBOS)	M-13	01	01	LAÇO PRÉ-FORMADA DE ROLDANA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR				



5.5.14. Estrutura Tangente – Secionamento – Reforma de Rede –SIA4



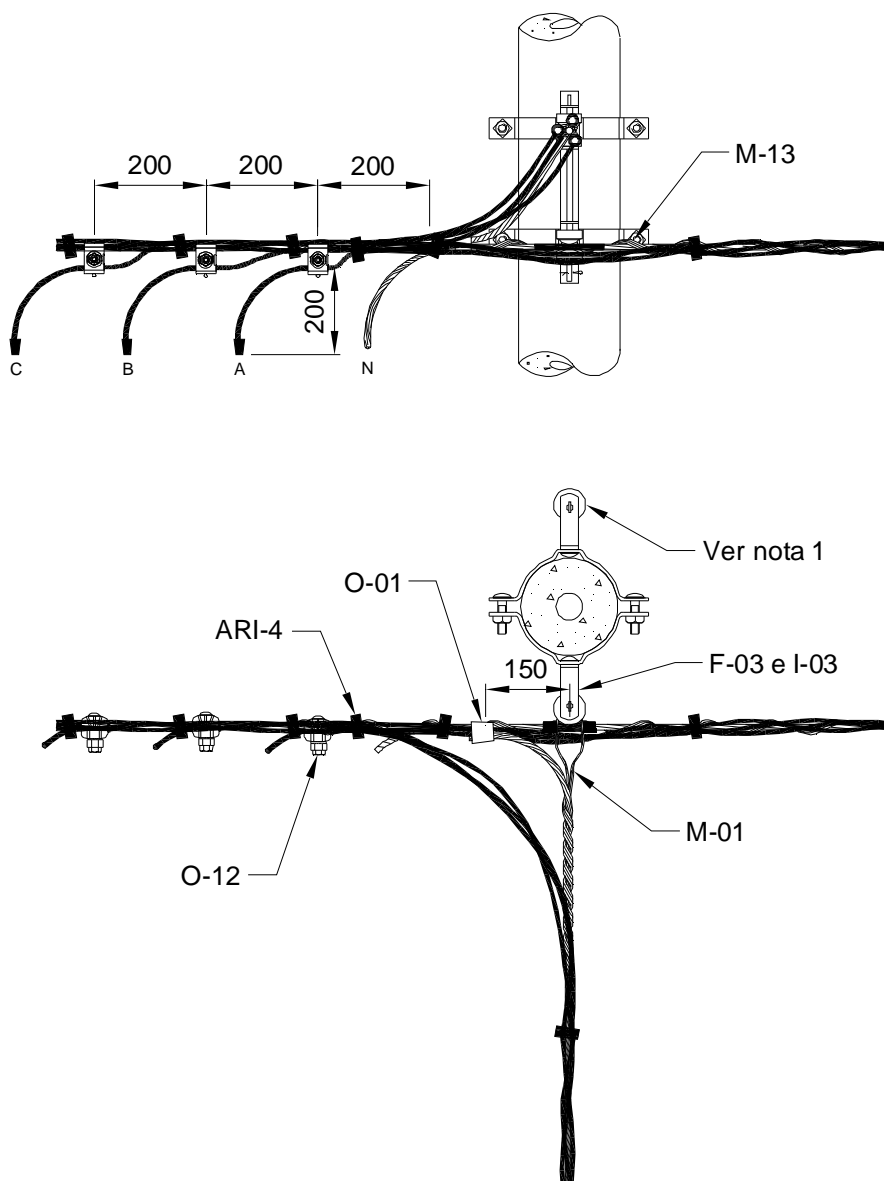
Notas:

1. Instalar, quando necessário, para ligação de consumidores situados no lado oposto da rede secundária.
2. As pontas dos cabos deverão ser isolados com fita de autofusão e fita de PVC para 90°C.
3. Para evitar o contato direto do cabo mensageiro com o isolador roldana, aplicar o coxim de neoprene sobre o cabo.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	06	06	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	I-03	02	02	ISOLADOR ROLDANA
F-03	01	01	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA (2 ESTRIBO)	M-13	01	01	LAÇO PRÉ-FORMADO DE ROLDANA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-01	02	02	CONECTOR CUNHA



5.5.15. Derivação – Reforma de Rede – SIA7



Notas:

1. Instalar, quando necessário, para ligação de consumidores situados no lado oposto da rede secundária.
2. Para evitar o contato direto do cabo mensageiro com o isolador roldana, aplicar o coxim de neoprene sobre o cabo.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	07	07	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	M-01	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE DISTRIBUIÇÃO
F-03	01	01	ARMAÇÃO SECUNDÁRIA (2 ESTRIBOS)	O-01	01	01	CONECTOR CUNHA
F-10	02	-	CINTA P/ POSTE CIRCULAR	O-49	03	03	CONECTOR DE PERFURAÇÃO
I-03	02	02	ISOLADOR ROLDANA				



5.6. Ramal de Ligação

5.6.1. Notas Gerais

Nas estruturas em que for prevista a ligação de diversos consumidores e com o objetivo de evitar o congestionamento de ramais de ligação, instalam-se os rabichos de ligação.

Nos casos em que é dispensável a instalação de rabichos de ligação, instala-se o conector perfurante diretamente no cabo.

Serão confeccionados rabichos de ligação com condutores de cabos isolados multiplexados, com seção em milímetros quadrados conforme tabela mostrada em 5.6.3., retirados das sobras de cabos. Cada perna do rabicho deverá ter um comprimento aproximado de 200 mm, conforme figura em 5.6.2.

Na ligação de ramais de ligação monofásicos, bifásicos e trifásicos com condutores de cobre até 16 mm² e de alumínio até 25mm² e de iluminação pública, esta deverá ser feita nos rabichos de ligação por meio de conector de perfuração, respeitando o limite de duas conexões de ramal e uma de iluminação pública em um lado do rabicho de ligação e duas do outro lado.

Os ramais de ligação com condutores de cobre acima 16 mm² até 50 mm² e de alumínio acima 25 mm² até 70mm² serão ligados diretamente na rede por meio de conector de perfuração. Ramais acima dessas seções deverão ser ligados diretamente na bucha de baixa tensão do transformador.

Nas estruturas fim de rede (SI3), utilizar a própria ponta do cabo multiplexado do secundário para as primeiras conexões.

As extremidades dos ramais de ligação ligados nos rabichos de ligação devem ser posicionadas para cima e vedadas adequadamente com o capuz protetor do próprio conector perfurante.

As extremidades dos ramais de ligação ligados que não forem imediatamente utilizadas devem ser vedadas com capuz de elastômero protetor ou com fita autofusão recoberta com fita isolante de PVC para 90°C.

As primeiras derivações devem ser realizadas obedecendo à convenção das fases A, B e C respectivamente do poste para o meio do vão.

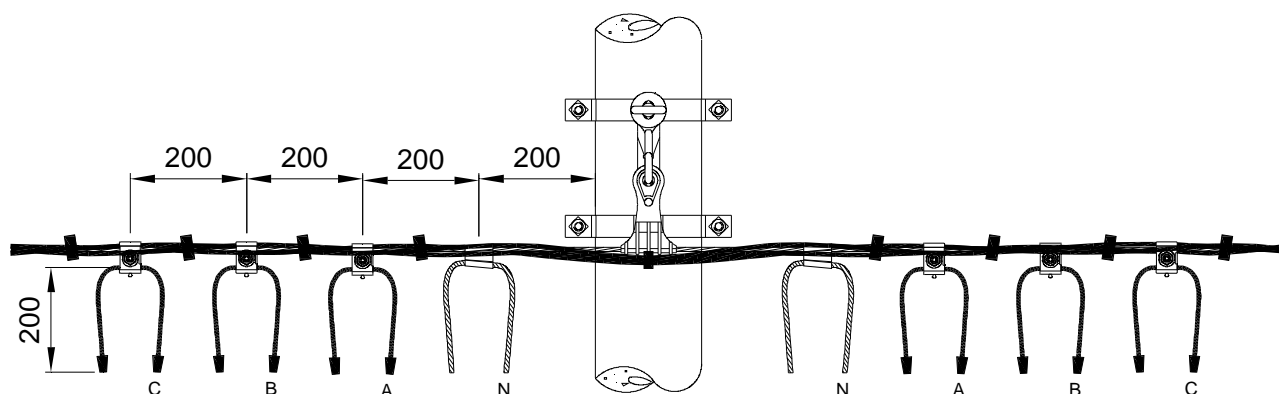
Os cabos dos ramais de ligação devem seguir ao especificado na E-313.0052 com o condutor neutro isolado.

As alças de serviço devem ser adequadas ao condutor com neutro isolado, conforme NE-140E.

Alternativamente, pode-se utilizar um conector multicliente que substitua o rabicho de ligação. A ligação deste com o condutor fase da rede deve ser do tipo perfurante e estanque contra a penetração de água no condutor da rede. No caso de utilização de ferramenta especial para a ligação dos ramais, esta deve ser fornecida gratuitamente, no mínimo, a todos os veículos que atendam a região onde o conector foi instalado.

As emendas do ramal de ligação aéreo com o ramal de entrada de condutores classe 2 devem ser realizadas com o conector perfurante conforme a E-313.0059. Quando o condutor do ramal de entrada for de classes 4 ou 5 (flexíveis), as emendas devem ser realizadas utilizando-se o conector perfurante flex, conforme a NE-143E.

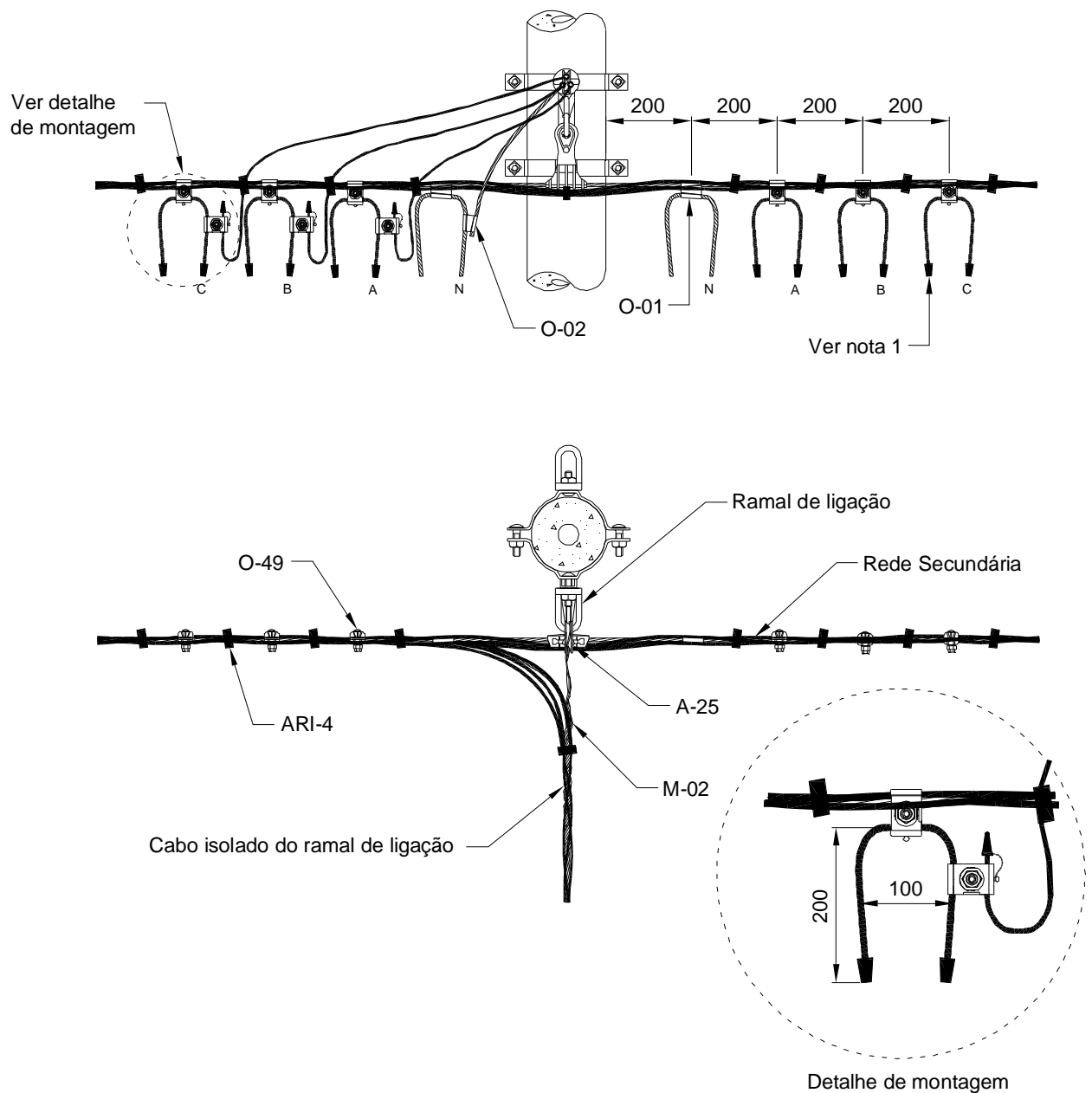
5.6.2. Identificação das Fases – Ligação de Clientes



Notas:

1. A identificação das fases para ligação de consumidores monofásicos, bifásicos, iluminação pública e para trifásicos até 25mm² de alumínio será feita convencionando-se a instalação dos rabichos de ligação através de conector de perfuração nas fases A, B e C respectivamente do poste para o meio do vão, distanciados entre si por 200 mm. Havendo a necessidade de mais rabichos, poderão ser colocados do outro lado do poste, obedecendo à convenção das fases A, B e C respectivamente do poste para o meio do vão.
2. As extremidades dos ramais de ligação que não são utilizadas devem ser vedadas com capuz elastomérico ou fita autofusão e fita isolante de PVC para 90°C.

5.6.3. Ramal de Ligações – Conexões à Rede



Notas:

1. Proteger as pontas dos cabos com fita autofusão e fita isolante de PVC para 90°C ou capuz elastomérico.
2. As seções dos cabos multiplexados que irão constituir os rabichos de ligação devem obedecer ao quadro abaixo.
3. Alternativamente, podem-se instalar conectores multiclientes em substituição aos rabichos.
4. Quando o neutro for conectado ao rabicho, o conector cunha ramal – O-02 poderá ser substituído por um conector perfurante.

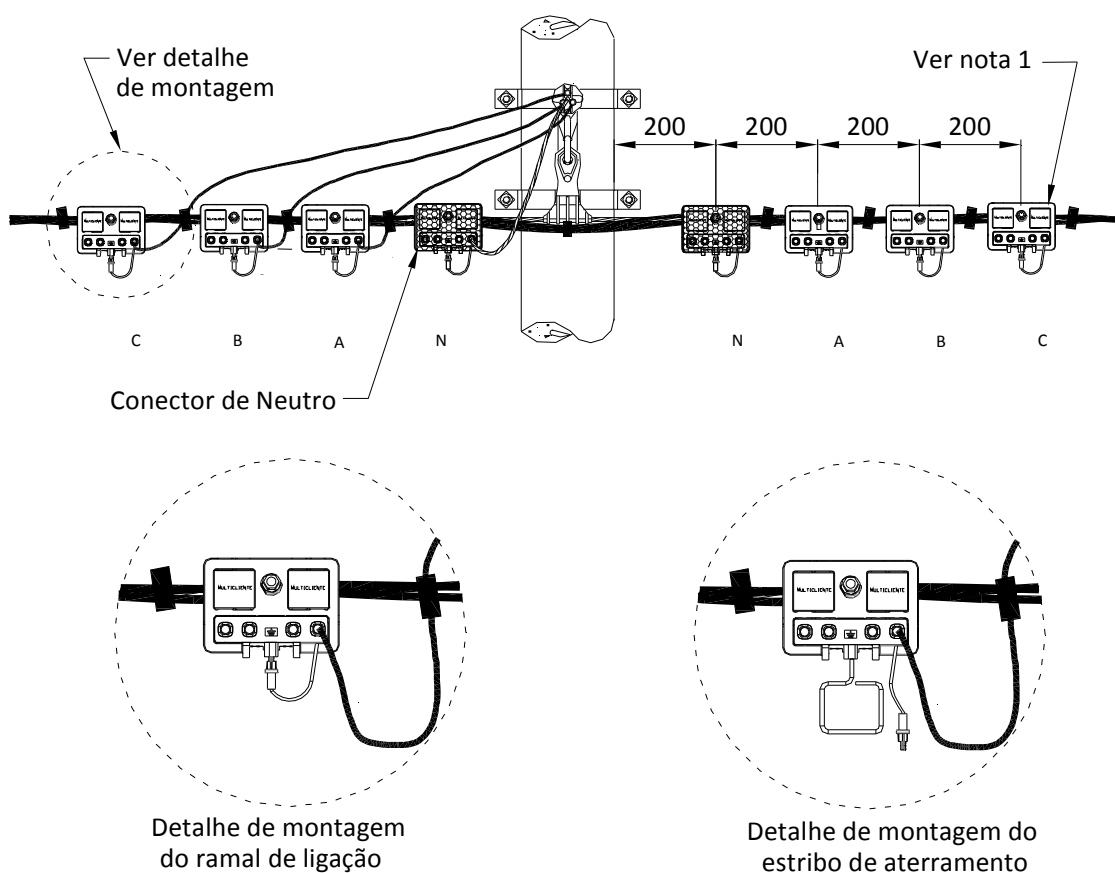
CABO FASE (mm ²)	SEÇÃO DO RABICHO	RAMAL DE LIGAÇÃO (mm ²)	CONEXÕES POR RABICHO
35	35	10 ou 16	4
50	50	10 a 25*	4
70	50		4
120	70		4

* Condutor de 25mm² somente de alumínio.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	01	01	SAPATILHA	O-01	02	02	CONECTOR CUNHA ALUMÍNIO
ARI-4	09	09	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	O-02	01	01	CONECTOR CUNHA RAMAL
M-02	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE SERVIÇO	0-49	*	*	CONECTOR DE PERFURAÇÃO

* Varia de acordo com o número de fases do ramal de ligação.

Alternativamente, a ligação de cliente pode ser realizada por meio de conectores multicliente conforme a figura a seguir:



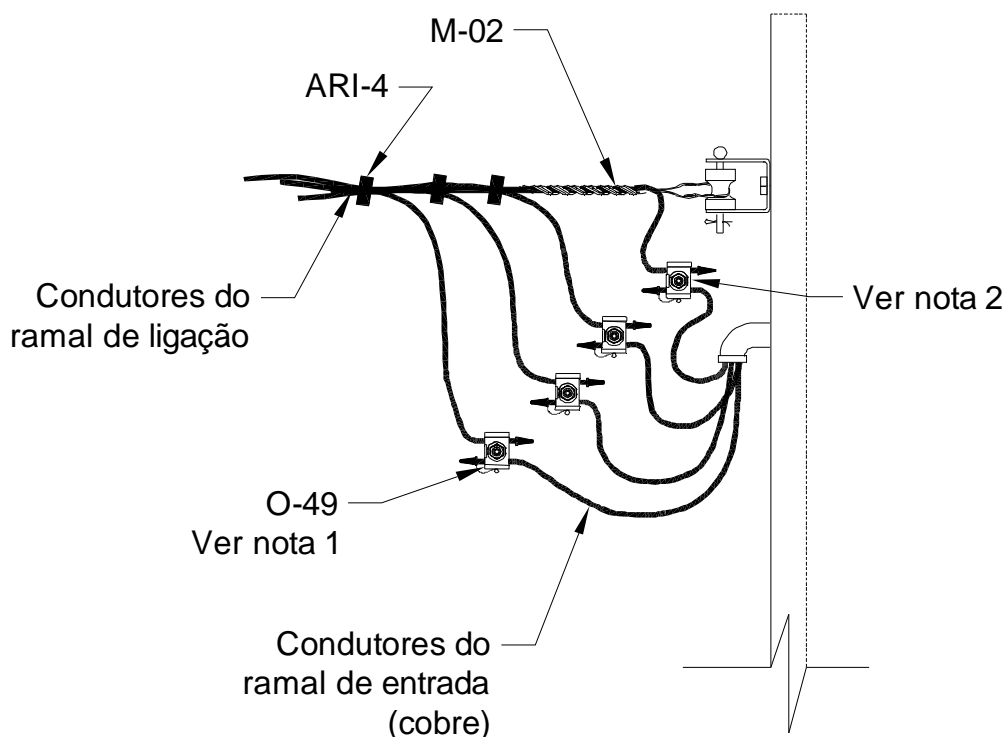


Notas:

1. Conector multicliente deve permitir a ligação de, no mínimo, 4 clientes e possuir conexão rosca M8 para a colocação de estribo para aterramento temporário. Deve permitir, no mínimo, a ligação de condutores de 1,5mm² a 25mm², seu barramento deve ser de cobre estanhado com camada mínima de 12µm com no mínimo 96% IACS.
2. Conectores perfurantes não podem ser utilizados em cabos tracionados. Assim, o conector de neutro deve possuir conexão com efeito mola sobre o cabo a fim de evitar pontos quentes.
3. Os conectores multiclientes devem ser homologados, isto é, possuir CHP.
4. O fornecedor para cada grupo de 100 (cem) unidades de conectores multiclientes deve enviar junto com os conectores um jogo de estribo de aterramento com rosca M8 na ponta (01 jogo = 4 estribos), em cobre estanhado, com seção mínima de 35mm². O cobre deve ter condutividade de, no mínimo, 86% IACS.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
A-25	01	01	SAPATILHA	-	06	06	CONECTOR MULTICLIENTE PARA CABO FASE
ARI-4	09	09	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	-	02	02	CONECTOR MULTICLIENTE PARA CABO NEUTRO
M-02	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE SERVIÇO				
* Varia de acordo com o número de fases do ramal de ligação.							

5.6.4. Ramal de Entrada





Notas:

1. Quando o cabo do ramal de entrada for de condutores flexíveis classe 4 ou 5, os conectores perfurantes (E-313.0059) devem ser substituídos por conectores perfurantes flex conforme a NE-143E. Alternativamente, pode-se utilizar conectores cunha ramal, O-02 com a utilização de um terminal pino a compressão na ponta do condutor classe 4 ou 5 e proteção com a cobertura polimérica adequada.
2. Mesmo quando o condutor do ramal de ligação possuir o neutro/mensageiro nu, a ligação deve ser realizada com os conectores perfurantes descritos na nota 1. Neste caso, é possível a utilização do conector perfurante, pois a ponta do condutor neutro não está tracionada.

LISTA DE MATERIAL							
IT	QTDE		DESCRIÇÃO	IT	QTDE		DESCRIÇÃO
	C	DT			C	DT	
ARI-4	01	01	BRAÇADEIRA PLÁSTICA	0-49	*	*	CONECTOR DE PERFURAÇÃO
M-02	01	01	ALÇA PRÉ-FORMADA DE SERVIÇO				
* Varia de acordo com o número de fases do ramal de ligação.							

5.7. Aterramento de Redes Isoladas de Baixa Tensão

5.7.1. Disposições Gerais

Os valores de aterramento da rede isolada deverão ser aqueles estabelecidos pela Instrução I – 313.0013.

O neutro da rede isolada deverá ser aterrado a cada 100 metros e em finais de circuitos.

O aterramento das redes secundárias isoladas deverá ser feito interligando-se o mensageiro do cabo multiplexado com condutores de 25mm² de cobre conforme E-313.0032 ou aço-cobre com, no mínimo, 40% IACS, conforme NE-127E, às hastes de aterramento especificadas em E-313.0007.

A conexão entre o neutro e o cabo de cobre de aterramento deve ser realizada por meio de conectores cunha. Quando a rede estiver próxima da orla marítima, com, distância igual ou menor que 800 metros, deve-se utilizar os conectores cunha de cobre estanhados (O-03).

A conexão entre a haste de aterramento e o condutor deve ser realizada com conector cunha do tipo O-12 ou a compressão do tipo O-28.



5.7.2. Aterramento Temporário

O aterramento temporário deve ser realizado nos rabichos de ligação utilizados para ligação de consumidores.

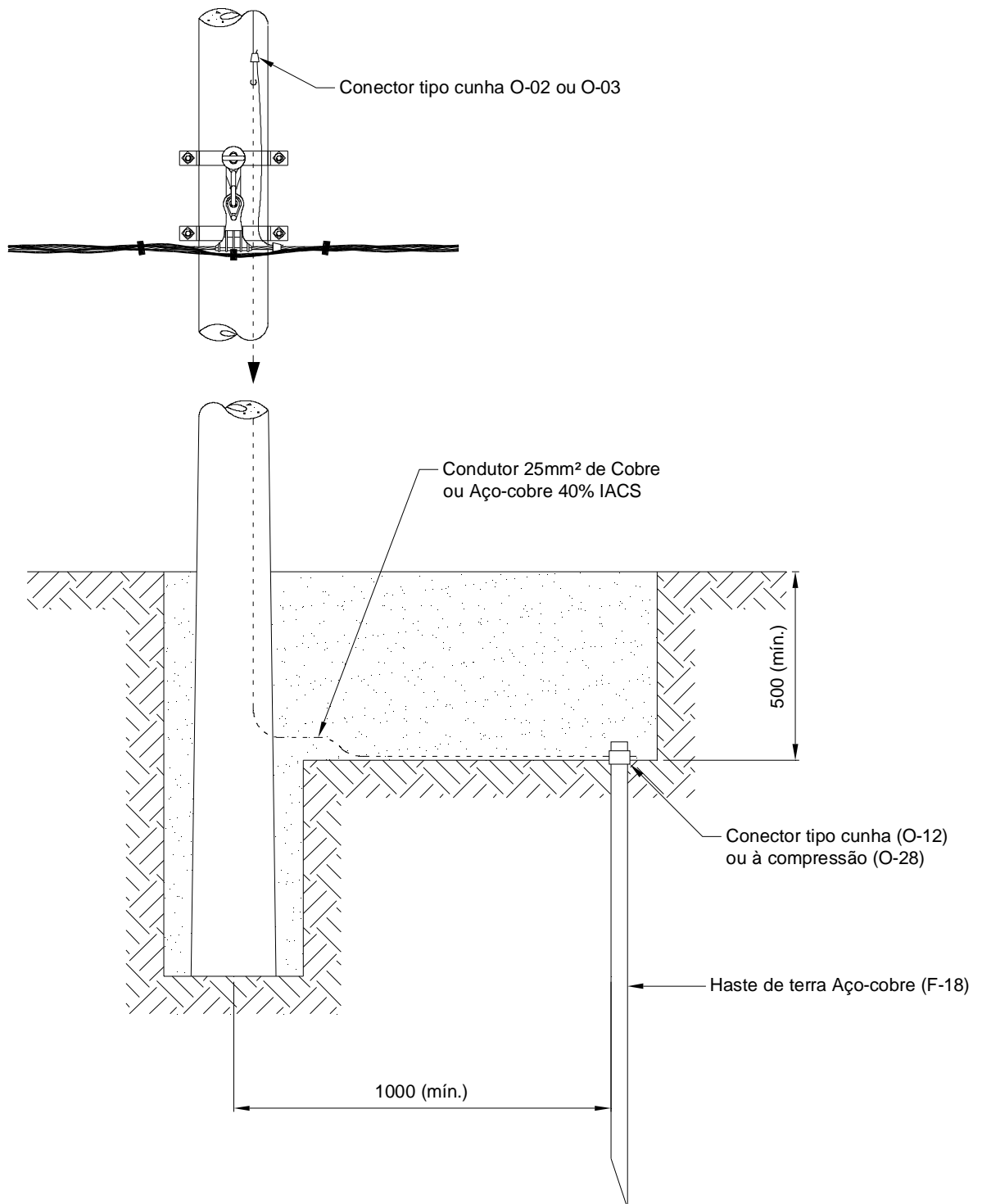
Estes pontos devem ser previstos no projeto da rede de baixa tensão, conforme extensão do circuito.

Para conexão do conjunto de aterramento temporário nas pontas dos rabichos de ligação, é necessário retirar o capuz elastomérico ou a fita autofusão do local. Após a utilização deve ser efetuada a recomposição do isolamento do cabo conforme inciso 5.3.9. Cada conexão deve ter sua continuidade verificada.

Os conectores multiclientes devem possuir saída com rosca M8 para a aplicação de um estribo para a conexão do aterramento temporário.



5.7.3. Aterramento-Neutro



Nota:

1. O número de hastes de aterramento deve variar conforme a necessidade do projeto.



5.8. Conexões e Emendas

5.8.1. Disposições Gerais

As conexões para a rede secundária isolada deverão se constituir de conectores de perfuração e de conectores derivação tipo cunha.

Os conectores de perfuração deverão obedecer à Especificação E-313.0059 – Conectores de Perfuração para Rede Isolada.

Conectores de perfuração não deverão ser reaproveitados.

Sempre que um conector perfurante for retirado do cabo isolado, o cabo deve ter sua isolação recomposta no local da perfuração. A recomposição deve ser realizada utilizando fita de autofusão recoberta com fita de PVC para 90°C.

A conexão com o conector de perfuração é obtida dando-se o torque necessário para o rompimento completo da porca fusível.

A ferramenta correta para aplicação do conector perfurante é a chave tipo estrela.

Uma vez instalado, o conector perfurante não pode ser mais movimentado para correção da posição. Se este fato ocorrer, um novo conector deve ser instalado.

Em pontos de conexão onde o cabo isolado foi aberto, este deverá ter a isolação recomposta, evitando-se a penetração de umidade no cabo. Evita-se com isto a oxidação do condutor do alumínio.

5.8.2. Instrução para Execução das Emendas

5.8.2.1. Emendas do Cabo Fase

Para as emenda do cabo fase, observar as indicações do desenho 1. Retirar a isolação dos cabos com ferramenta apropriada. As dimensões mostradas no desenho 1 são as mínimas admissíveis. A recomposição da isolação do cabo fase pode ser feita de três maneiras:

- a) utilizando “EMENDA PRÉ-ISOLADA” segundo o padrão especificado na E-313.0077 conforme Anexo 7.4;

- b) através de tubos isolantes contráteis;
- c) aplicando duas camadas de fita autofusão com superposição de 50% da largura e, em seguida, uma camada de fita plástica isolante com superposição de 50% da largura.

5.8.2.2. Emenda do Cabo Neutro (Mensageiro)

Destacar o cabo neutro nu do conjunto de cabos por meio de 2 (duas) cunhas de madeira. Ver desenho 2.

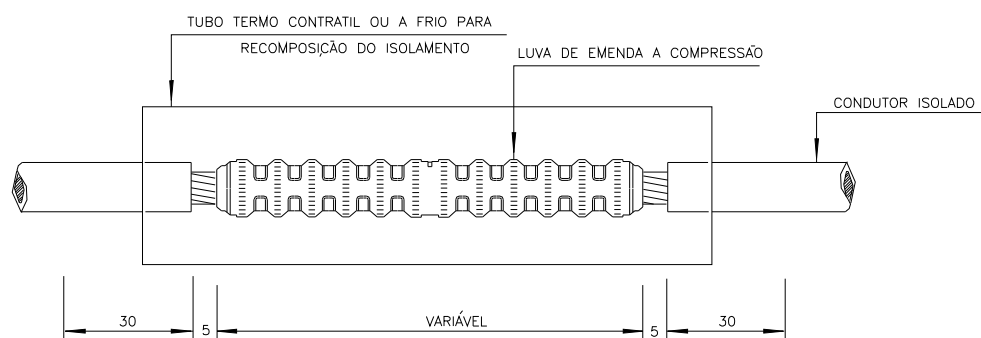
Para o cabo neutro ,executar a emenda-derivação obedecendo aos procedimentos em vigor, na rede aérea, para cabos nus de alumínio, utilizando emendas à compressão de tração total.

Se o cabo for isolado, a recomposição da isolação deve ser realizada conforme o subinciso 5.8.2.1. alíneas b e c.

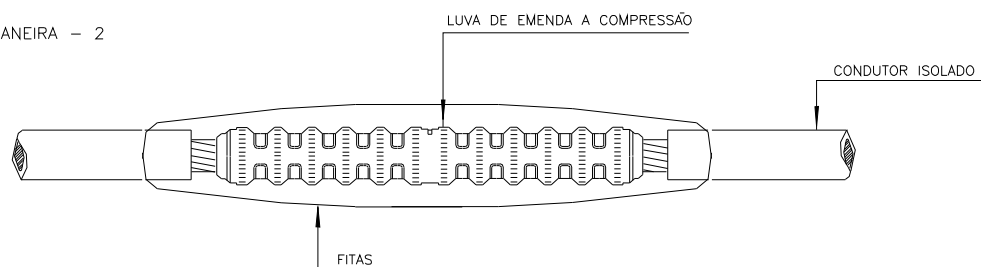
5.8.3. Conexões e Emenda do Cabo

DESENHO 1 – EMENDA RETA DO CABO

MANEIRA – 1

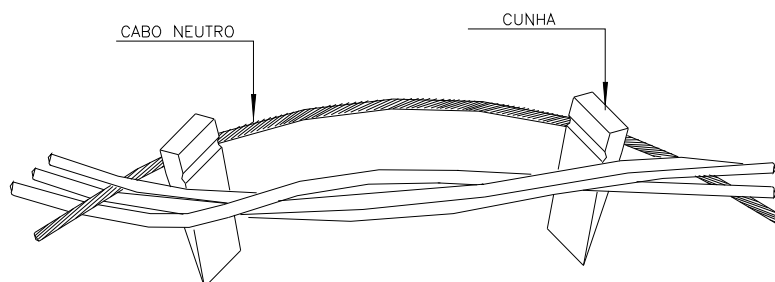


MANEIRA – 2



Nota: As compressões devem ser excetuadas do centro da luva para as extremidades com giro da ferramenta de 90° a cada compressão.

DESENHO 2



6. DISPOSIÇÕES FINAIS

NE-115E – Especificação de Ferragens e Acessórios para Redes Multiplexadas de Baixa Tensão

NE-127E – Condutores bimetálicos de aço-cobre para aterramento

NE-140E – Amarrações para redes aéreas de distribuição

NE-143E – Conector de perfuração para ligação entre ramal de ligação e de entrada com cabo flexível.

E-313.0002 – Estruturas para redes aéreas convencionais de distribuição

E-313.0007 – Acessórios e Ferragens de Distribuição

E- 313.0010 – Especificação de Postes de Concreto Armado

E-313.0025 – Postes de Eucalipto Preservado

E-313.0032 – Especificação de Condutores de Cobre Nu

E-313.0036 – Conectores Cunha

E-313.0052 – Especificação de Cabos de Alumínio Multiplexados Autossustentados com Isolamento Extrudado de Polietileno Termofixo XLPE para Redes de Baixa Tensão e Ramal de Ligação 0,6/1KV

E-313.0059 – Especificação de Conector de Perfuração para Redes Multiplexadas de Baixa Tensão

E-313.0066 – Postes Poliméricos de Poliéster Reforçados com Fibra de Vidro



E-313.0077 – Emendas e Terminais Pré-isolados a Compressão

I – 313.0013 – Aterramento de Equipamentos, Redes e Linhas

I – 313.0015 – Compartilhamento de Postes

7. ANEXOS

7.1. Características Físicas e Elétricas dos Cabos Multiplexados

7.2. Trações de Montagem e Flechas

7.3. Instruções de Montagem e Lançamento de Cabos

7.4. Montagem do Terminal e Emenda Pré-Isolados

7.5. Histórico de Revisões e Alterações



7.1. Características Físicas e Elétricas dos Cabos Multiplexados

7.1.1. Cabo Fase

Cabo de alumínio multiplexado autossustentado isolamento 0,6/1kV, conforme E-313.0052.

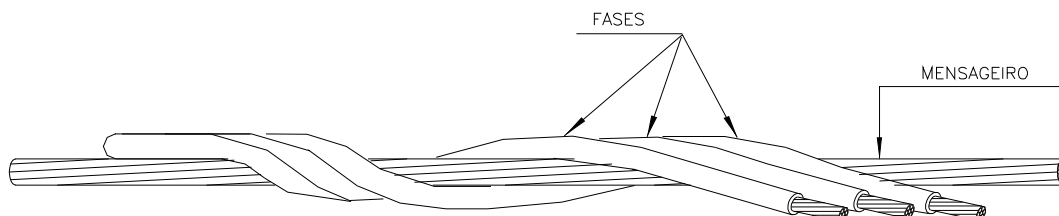


TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CONDUTOR FASE 0,6/1kV

CONDUTOR FASE				CABO COMPLETO		
SEÇÃO NOMINAL (mm²)	NÚMERO DE FIOS (mínimo)	DIÂMETRO DO CONDUTOR (mm)		ESPESSURA DA ISOLAÇÃO	DIÂMETRO EXTERNO DO CONJUNTO (APROX.) (mm)	MASSA CABO COMPLETO (aprox.) kg/km
		MÍNIMO	MÁXIMA			
1x1x35+35	6	6,6	7,5	1,6	18,0	235
3x1x35+35	6	6,6	7,5	1,6	23,0	500
3x1x50+35	7	7,7	8,6	1,6	25,0	630
3x1x70+50	10	9,3	10,2	1,8	31,0	880
3x1x120+70	15	12,5	13,5	2,0	39,0	1450

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO CONDUTOR FASE 0,6/1kV

SEÇÃO NOMINAL (mm²)	RESISTÊNCIA ELÉTRICA TEMP. NOMINAL NO CONDUTOR 90°C (0hm/km)	REATÂNCIA INDUTIVA (0hm/km)	CORRENTE ADMISSÍVEL (A) TEMP. NO CONDUTOR 90°C		CÓDIGO CELESC
			T _{AMB} 30°C	T _{AMB} 40°C	
1x1x35+35	1,1131	0,0999	161	142	17924
3x1x35+35	1,1131	0,0999	116	100	15553
3x1x50+35	0,8223	0,0966	141	122	34254
3x1x70+50	0,5687	0,0948	181	157	34255
3x1x120+70	0,3257	0,0916	265	229	17928



TABELA 3 – COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO

SEÇÃO (mm ²)	COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO (% p/ kVA x 100m) TEMPERATURA a 90°C		
	COS φ = 1,00	COS φ = 0,90	COS φ = 0,80
3x1x35+ 35	0,0773	0,0720	0,0672
3x1x50 + 35	0,0535	0,0516	0,0475
3x1x70+ 50	0,0382	0,0373	0,0364
3x1x120+70	0,0223	0,0232	0,0217

OBS: sistema trifásico – 380/220 V

Notas:

1. Condutor de alumínio encordoamento classe 2, compactado circular.
2. Isolação – XLPE.
3. Temperatura normal de operação do condutor : 90°C.
4. Temperatura ambiente média: 30°C (máxima de 40°C).
5. Correntes admissíveis: NBR 5410 – tabela 34 – método de instalação F.
6. Para o diâmetro externo do conjunto adotou-se o diâmetro do mensageiro e o valor máximo do diâmetro do condutor fase.
7. Demais dados retirados de catálogos de fabricantes.

7.1.2. Cabo Mensageiro - Características Físicas/Elétricas

Alumínio Liga (CAL)							
Tipo	Seção Nominal (mm ²)	Número de fios / Diâmetro nominal (mm)	Diâmetro cabo (mm)	Resistência elétrica máxima a 20°C (Ohm/km)	Massa nominal aproximada (kg/km)	Carga de Ruptura mínima (daN)	Coeficiente de dilatação linear por °C
CAL	35	7 / 2,50	7,50	0,968	94	1060	23 x 10 ⁻⁶
CAL	50	7 / 3,00	9,00	0,672	135	1520	
CAL	70	7 / 3,50	10,35	0,508	179	2020	

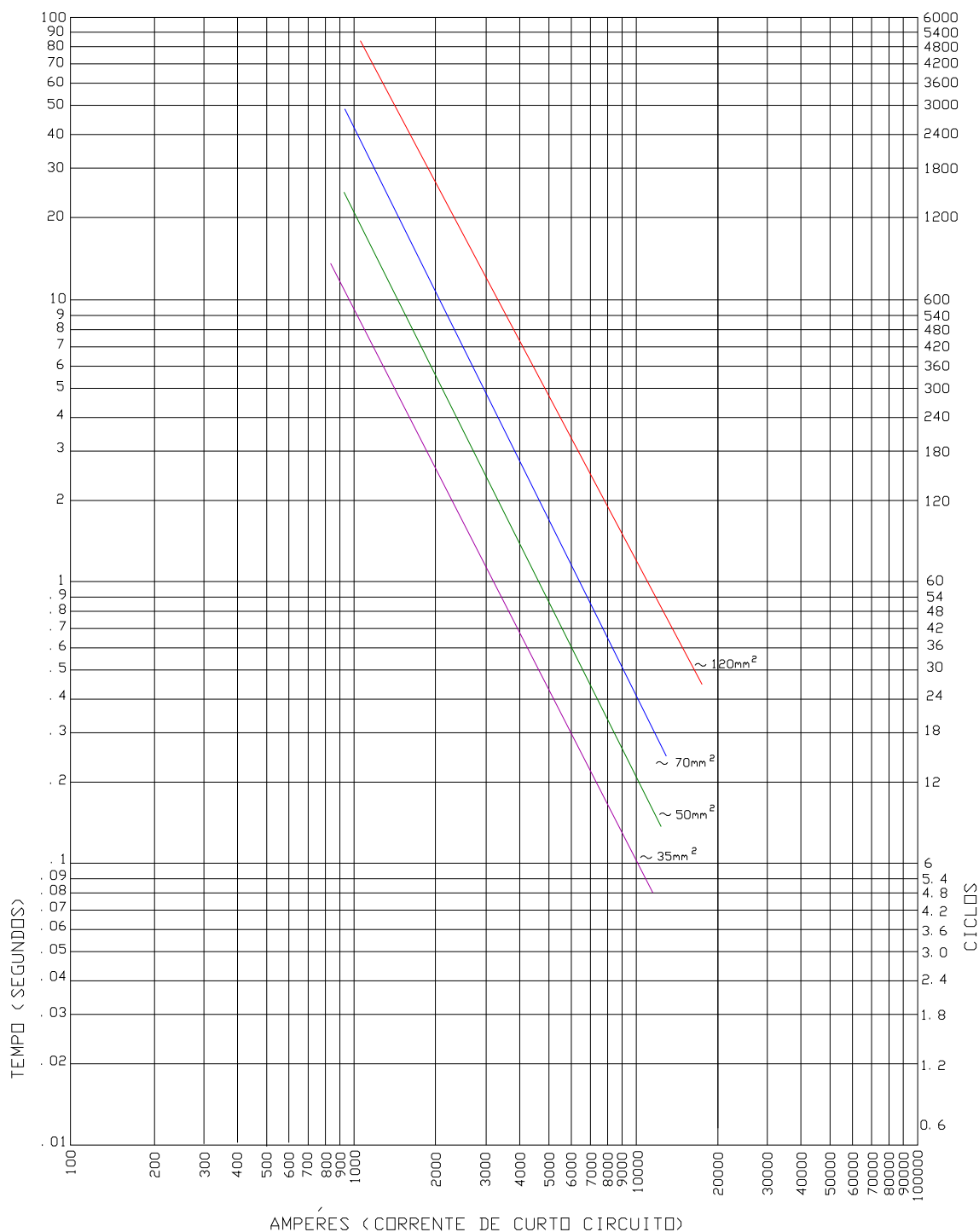
7.1.3. Temperatura Máxima do Condutor

Condições de operação	Temperatura máxima no condutor (°C)
Regime permanente	90
Regime de sobrecarga	130
Regime de curto-circuito	250



7.1.4. Cabo Isolado – Curto Circuito

As curvas a seguir são utilizadas na determinação da máxima correntes de curto-circuito admissíveis para cabos isolados 0,6/1kV.





7.2. Trações de Montagem e Flechas

A tração de projeto é a máxima tração a que estará sujeito o condutor durante a sua vida útil, observados os estados básicos de montagem adotados.

7.2.1. Flechas e Trações de Montagem

As flechas a serem observadas na montagem dos cabos multiplexados de baixa tensão estão mostradas na tabela 1 e obedeceram aos seguintes parâmetros:

- fórmula básica:

$$f = \frac{Pxa^2}{8xT}$$

- Onde: P = peso próprio do condutor [daN/m]

a = comprimento do vão [m]

T = esforço de tração [daN]

- Cabo básico – 35 mm² (quadruplex)

- Velocidade do vento – 80 km/h

- Módulo de elasticidade – final

TABELA 1: Flechas finais em metros (m)

Temp. (° C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	0,04	0,09	0,17	0,27	0,40	0,58	0,82	1,10	1,42	1,77	2,15
0	0,05	0,11	0,19	0,30	0,43	0,61	0,86	1,14	1,45	1,80	2,18
5	0,06	0,12	0,21	0,32	0,46	0,64	0,89	1,17	1,48	1,83	2,22
10	0,07	0,14	0,23	0,35	0,48	0,68	0,92	1,20	1,52	1,87	2,25
15	0,08	0,15	0,25	0,37	0,51	0,71	0,95	1,23	1,55	1,90	2,28
20	0,09	0,17	0,27	0,40	0,54	0,74	0,98	1,26	1,58	1,93	2,31
25	0,10	0,19	0,30	0,42	0,57	0,76	1,01	1,30	1,61	1,96	2,34
30	0,12	0,21	0,32	0,45	0,59	0,79	1,04	1,33	1,64	1,99	2,38
35	0,13	0,23	0,34	0,47	0,62	0,82	1,07	1,36	1,67	2,02	2,41
40	0,14	0,24	0,36	0,49	0,65	0,85	1,10	1,38	1,70	2,05	2,44
45	0,16	0,26	0,38	0,52	0,67	0,88	1,13	1,41	1,73	2,08	2,47
50	0,17	0,27	0,40	0,54	0,70	0,90	1,16	1,44	1,76	2,11	2,50



As trações de montagens para os cabos padronizados estão mostradas nas tabelas a seguir.

As trações mostradas nas tabelas padronizadas são para a montagem sem vento.

Os valores constantes das tabelas foram calculados definindo-se os seguintes estados básicos:

- Estado básico 1 -

- tração máxima - 1/7 (14 %) da tração de ruptura
- velocidade do vento - sem vento
- temperatura - 0 ° C

- Estado básico 2 -

- tração máxima - 1/5 (20 %) da tração de ruptura
- velocidade do vento - 80 km/h
- temperatura - 15 ° C

TABELA 2 – CABO 3 X 1 X 35 + 35 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²
- Velocidade do vento - 80 km / h
- Módulo de elasticidade - final
- Tração de projeto - 170 daN

Temp. (° C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	157	154	150	148	145	136	125	118	113	110	108
0	136	136	136	136	136	129	120	115	111	108	106
5	116	120	123	125	127	122	116	111	108	106	105
10	99	106	112	116	120	117	112	108	106	104	60
15	84	94	102	108	113	112	108	106	104	103	102
20	72	84	94	101	107	107	105	103	102	101	100
25	62	76	87	95	102	103	102	101	100	99	99
30	55	70	81	90	97	99	99	98	98	98	98
35	49	64	76	86	93	96	96	96	96	96	96
40	45	60	72	82	90	93	94	94	95	95	95
45	41	56	68	78	86	90	91	92	93	93	94
50	38	53	65	75	83	87	89	90	91	92	93



TABELA 3 – CABO 1 X 1 X 35 + 35 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²

- Velocidade do vento - 80 km/h

- Módulo de elasticidade - final

- Tração de projeto - 129 daN

Temp. (° C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	129	112	95	84	76	67	59	55	52	51	49
0	107	92	80	73	69	62	57	53	51	50	49
5	85	74	68	65	63	58	54	52	50	49	48
10	65	60	58	58	58	55	52	50	49	48	47
15	50	50	51	53	54	52	50	49	48	47	47
20	38	42	46	48	51	50	48	47	47	46	46
25	31	37	42	45	48	48	47	46	46	45	45
30	26	33	38	42	45	46	45	45	45	45	45
35	23	30	35	40	43	44	44	44	44	44	44
40	21	28	33	38	41	43	43	43	43	43	43
45	19	26	31	36	39	41	42	42	42	43	43
50	18	24	30	34	38	40	41	41	42	42	42

TABELA 4 – CABO 2 X 1 X 35 + 35 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²

- Velocidade do vento - 80 km / h

- Módulo de elasticidade - final

- Tração de projeto - 140 daN

Temp. (° C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	132	122	114	107	103	95	87	82	79	77	75
0	111	105	100	97	95	90	84	80	77	75	74
5	91	89	88	88	88	85	81	78	75	74	73
10	74	76	79	81	83	81	78	75	74	73	72
15	60	66	71	75	78	77	75	73	72	71	71
20	50	59	65	70	73	74	73	71	71	70	70
25	43	52	60	65	70	71	70	70	69	69	69
30	37	48	56	62	66	68	68	68	68	68	68
35	33	44	52	58	64	66	66	67	67	67	67
40	30	41	49	56	61	64	65	65	66	66	66
45	28	38	46	53	59	62	63	64	64	65	65
50	26	36	44	51	57	60	61	63	63	64	65



TABELA 5 – CABO 3 X 1 X 50 + 35 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²
- Velocidade do vento - 80 km/h
- Módulo de elasticidade - final
- Tração de projeto - 186 daN

Temp (°C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	158	161	162	162	162	156	146	140	135	132	129
0	138	144	148	151	153	149	141	136	132	129	127
5	120	129	135	141	144	142	136	132	129	127	125
10	104	116	125	131	137	136	132	129	127	125	124
15	90	104	115	123	130	131	128	126	124	123	122
20	78	95	107	116	124	126	124	123	122	121	120
25	69	87	100	110	118	121	120	120	119	119	119
30	62	80	94	105	113	117	117	117	117	117	117
35	56	74	88	100	109	113	114	115	115	115	116
40	52	70	84	95	105	110	111	112	113	114	114
45	48	65	80	91	101	107	109	110	111	112	113
50	45	62	76	88	98	104	106	108	109	111	111

TABELA 6 – CABO 3 X 1 X 70 + 50 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²
- Velocidade do vento - 80 km/h
- Módulo de elasticidade - final
- Tração de projeto - 247 daN

Temp (°C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	224	227	228	228	228	219	205	195	189	184	180
0	196	203	208	212	214	208	197	190	185	181	178
5	169	181	190	197	202	199	191	185	181	177	175
10	146	162	175	184	191	191	184	180	177	174	173
15	126	146	161	173	182	183	179	175	173	172	170
20	110	133	150	163	173	176	173	171	170	169	168
25	97	121	140	154	165	170	168	167	167	166	166
30	87	112	131	146	158	164	164	164	164	164	164
35	79	104	124	139	152	158	159	160	161	161	161
40	72	97	117	133	146	153	155	157	158	159	159
45	67	91	111	128	141	149	152	154	155	157	158
50	63	87	106	123	136	145	148	151	153	154	156



TABELA 7 – CABO 3 X 1 X 120 + 70 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²
- Velocidade do vento - 80 km/h
- Módulo de elasticidade - final
- Tração de projeto - 392 daN

Temp. (° C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	355	367	376	381	384	367	344	328	317	309	302
0	315	333	346	356	363	351	332	319	310	303	298
5	277	301	319	333	344	336	321	311	303	298	294
10	243	273	296	313	327	322	311	303	297	293	289
15	214	248	274	295	311	310	302	296	291	288	285
20	188	226	256	278	296	298	293	289	286	283	282
25	167	208	239	264	283	288	285	282	280	279	278
30	150	192	225	251	272	278	277	276	275	275	274
35	137	179	212	239	261	269	270	270	271	271	271
40	125	167	201	229	251	261	263	265	266	267	268
45	116	157	191	219	242	253	257	260	262	263	264
50	108	149	183	211	234	246	251	255	257	260	261

TABELA 8 – CABO 3 X 1 X 50 + 50 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²
- Velocidade do vento - 80 km/h
- Módulo de elasticidade - final
- Tração de projeto - 232 daN

Temp. (° C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	217	210	203	197	192	178	164	154	147	144	140
0	187	184	182	180	179	169	157	150	145	141	138
5	159	161	163	165	167	160	151	145	141	138	136
10	133	141	148	153	157	153	146	141	138	136	134
15	112	125	134	142	148	146	141	138	135	134	132
20	95	111	123	133	140	140	137	134	133	131	130
25	82	100	114	125	133	135	133	131	130	129	129
30	72	91	106	118	127	130	129	128	128	127	127
35	65	84	99	112	122	125	125	125	125	125	125
40	59	78	94	106	116	121	122	123	123	123	124
45	54	73	89	102	112	117	119	120	121	122	122
50	50	69	84	97	108	114	116	118	119	120	121



TABELA 9 – CABO 3 X 1 X 70 + 70 mm² - Tração de montagem (daN)

- Cabo básico - 3 X 1 X 35 + 35 mm²

- Velocidade do vento - 80 km/h

- Módulo de elasticidade - final

- Tração de projeto - 292 daN

Temp. (° C)	Vão (m)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
-5	292	276	261	249	241	221	201	189	181	176	172
0	249	239	231	226	223	208	193	183	177	172	169
5	209	207	206	207	207	197	186	178	173	169	166
10	173	179	185	190	194	188	179	173	169	166	164
15	143	156	167	176	182	179	173	168	165	163	162
20	119	138	152	164	172	172	167	164	162	160	159
25	102	124	140	153	163	165	162	160	159	158	157
30	89	112	130	144	156	159	157	156	156	155	155
35	79	103	122	137	149	153	153	153	153	153	153
40	72	96	115	130	143	148	149	150	150	151	151
45	66	89	108	124	137	143	145	147	148	148	149
50	61	84	103	119	132	139	142	144	145	146	147

Nota:

Os cabos referentes às tabelas 8 e 9 podem ser utilizados como alternativamente aos cabos padrões das tabelas 5 e 6.

Notas :

1 – O vão regulador ou vão básico a ser usado para consulta nas tabelas de trações de montagem é dado por :

$$V_b = V_m + 2/3 \times (V_{\max} - V_m)$$

onde : V_b = vão básico ou vão regulador (m)

V_m = vão médio (m) – média aritmética dos comprimentos dos vãos

V_{\max} = comprimento do maior vão (m)

2 – Para o cálculo do equivalente de esforços, devido à rede secundária isolada, a 150 mm do topo do poste adotar o fator:

$$F = H_a / H_{ut}$$

onde : H_a = altura de aplicação de esforços no poste em relação ao solo (média) secundária

H_{ut} = altura útil a 150 mm do topo do poste.



7.3. Instruções de Montagem e Lançamento de Cabos

7.3.1. Introdução

As instruções descritas neste capítulo têm por objetivo estabelecer os critérios e a sequência para execução de instalação de cabos multiplexados de baixa tensão.

7.3.2. Ferramental

Os equipamentos descritos a seguir se constituem no ferramental mínimo para montagem das redes secundárias isoladas. Ferramentas adicionais poderão ser utilizadas para uma perfeita e adequada montagem das redes.

7.3.2.1. Carreta Porta-Bobina

É uma carreta que serve para transporte de bobina, a qual é acoplada a um veículo por meio de engate. A carreta porta-bobina deve conter, preferencialmente, um sistema de freio de bobina. Ver desenho 1.

7.3.2.2. Roldanas de Puxamento

São roldanas especiais com berço adequado para acomodação do conjunto fases mais neutro, fixadas ao poste através de suporte tipo sela. O eixo da roldana é fixado em braço articulável para permitir que o cabo permaneça no berço durante o puxamento, mesmo nas situações em ângulo. Ver desenho 2.

7.3.2.3. Camisa da Puxamento

É confeccionada em malha de aço, sendo utilizada para puxamento do cabo multiplexado (fases + neutro) e quando tracionada, a malha se fecha, facilitando a passagem do cabo nas roldanas. Ver desenho 3.

7.3.2.4. Cunha de Neutro e Separador de Fases

É confeccionada em fibra de vidro sendo utilizada para separar os cabos para execução de emendas reta e derivação.



7.3.2.5. Fechamento de Ponta de Cabo

Para fechamento da ponta dos cabos das fases, utilizar capuz protetor ou fita de autofusão coberta com fita de PVC.

7.3.3. Lançamentos dos Cabos Multiplexados

7.3.3.1. Preparação

Visto os cabos serem isolados, sem proteção externa, devem ser tomadas as precauções necessárias durante a execução do serviço de puxamento.

O cabo não pode ser arrastado, tanto no solo ou em outra superfície qualquer que possa danificar sua isolação.

Deve ser sempre observado o raio mínimo de curvatura, pois curvas mais acentuadas podem provocar graves danos à isolação.

7.3.3.2. Instalação de Ferragens e Roldanas de Puxamento

Todos os postes deverão ser equipados com roldana apropriada para lançamento dos cabos, prevendo-se a utilização de roldanas metálicas com a superfície interna plastificada ou de madeira com diâmetro interno que permita a passagem dos cabos. Ver desenho 2.

As ferragens e roldanas de puxamento devem preferencialmente ser colocadas do lado da rua. Nos casos de ângulos, estas devem ser colocadas no lado favorável a curvatura e na bissetriz do ângulo.

7.3.3.3. Disposição dos Equipamentos para o Puxamento

Posicionar a bobina sobre cavaletes em terreno firme.

Coloca-se a bobina com seu dispositivo de freio na extremidade do circuito em que houver maior facilidade de execução dos serviços. A bobina deve permanecer afastada pelo menos 5 m do primeiro poste e guardar o maior alinhamento possível da posteação.

A bobina deve ser posicionada de maneira que o cabo seja lançado por cima, de modo que esta gire no sentido indicado pela seta impressa no tambor.



Durante a operação do desenrolamento do cabo, quem realiza esta operação deve controlar a velocidade a fim de evitar que os condutores se arrastem pela superfície do solo.

O lançamento é feito através do cabo de tração (guia), sendo utilizado um cabrestante ou guincho.

O cabrestante deve ser colocado no extremo oposto ao que está a bobina, cujo comprimento do trecho a lançar será em geral, o do cabo a ser lançado ou da corda do cabrestante.

No cabrestante, se enrola um cabo de aço auxiliar de diâmetro $\phi = 9,5 \text{ mm}$ ($3/8''$), denominado “cabo de tração”. Em lugar do cabo de aço pode-se utilizar uma corda suficientemente resistente, pois os esforços de puxamento não são elevados, devido a utilização das roldanas.

7.3.3.4. Puxamento dos Condutores

Para lances curtos puxar os cabos manualmente.

Amarra-se o conjunto de cabos de modo a ficarem unidos, facilitando assim a passagem dos cabos na roldana.

Coloca-se a camisa de puxamento sobre o neutro portador sendo sempre o neutro (mensageiro) o elemento de tração (ver desenho 3).

Durante o processo de puxamento o dispositivo de freio terá a função de brecar a bobina, para que em nenhum instante o cabo forme, entre os apoios, uma flecha muito grande e se arraste pelo solo.

A velocidade de puxamento deve ser lenta. Um montador deve acompanhar a entrada da ponta do cabo nas roldanas, para evitar irregularidades.

No desenho 4, estão dispostos os elementos de puxamento na sua posição inicial, mostrando-se a bobina, os postes com as roldanas e o cabrestante. Mostra-se ainda uma fase do puxamento do “cabo de tração ou cabo guia”.

Este lançamento se efetua a mão, fazendo-se passar sucessivamente o “cabo de tração” ou “cabo guia” por todas as roldanas. Esta tarefa pode ser executada com escada ou com ajuda de uma cesta aérea, se disponível.



No desenho 5 mostra-se o término do lançamento do cabo guia, devendo ser preso ao cabo multiplexado através da camisa de puxamento.

Uma outra alternativa é passar uma corda auxiliar pelas roldanas manualmente, a seguir puxar o “cabo de tração” pelas roldanas até a bobina.

Uma vez emendados os cabos guia e multiplexado, põe-se em marcha o cabrestante puxando o cabo, à baixa velocidade como na figura 5, acionado o dispositivo de frenagem quando necessário para que o cabo não fique tenso demais ou arraste no solo. Um montador de rede deve acompanhar a passagem dos cabos nas roldanas, evitando qualquer irregularidade. Caso surja alguma resistência no puxamento, é sinal de que o conjunto ficou preso à entrada da roldana. O montador deve subir ao poste e manualmente alojar o cabo na roldana.

No desenho 6, é mostrado o término do puxamento do cabo condutor.

Em seguida é fixado, provisoriamente o neutro do multiplexado no poste de fim de linha, através da alça pré-formada e finalmente se solta o cabo de tração. Deve ser verificado se a ponta do cabo não apresenta danos no local que foi fixada à camisa de puxamento. Se constatado, o trecho danificado deve ser eliminado.

7.3.3.5. Tração e Flecha dos Condutores

Uma vez realizado o puxamento do cabo, pode ser iniciado o seu tracionamento, por meio do neutro.

Esta operação requer cuidadosa execução, já que um excesso de tração diminui a segurança da linha pelo perigo da ruptura do cabo e, caso contrário, uma tração insuficiente provocaria flechas maiores, o que implicaria contato físico com os circuitos inferiores.

Para tracionamento do cabo, devem ser tomados como base os postes de ancoragem ou pontos mecânicos.

O cabo deve ser tracionado até alcançar a flecha ou tração correspondente, que deve ser feito com a ajuda das tabelas de tração e flechas com uma medida precisa dos valores calculados.

Deve ser determinada, com a máxima exatidão possível, a temperatura ambiente e seguida a tabela de tração e flecha conforme indicação do projeto para os vãos ancorados e reguladores.

Convém efetuar, na medida do possível, a determinação do esforço por meio de dinamômetro, em vez de medir-se a flecha, pois esta é difícil de ser obtida com a exatidão necessária numa



operação de tracionamento, especialmente se os apoios se encontram em cotas diferentes.

É aconselhável evitar-se o tracionamento em horas do dia nas quais a variação de temperatura é muito rápida, como no verão, às primeiras horas da manhã; e o tracionamento deve ser realizado sem vento.

O tracionamento será feito até uma tensão ligeiramente acima da indicada pela tabela, afrouxando progressivamente até a tensão de trabalho correspondente, que poderá ser determinada com as precauções indicadas acima.

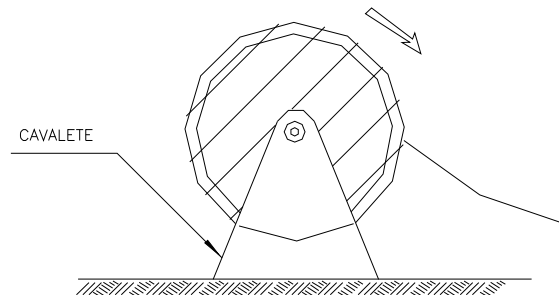
Logo depois, se retirará a corda (neutro) das roldanas prendendo-a nos conjuntos suporte correspondentes.

7.3.3.6. Uso da Tabela de Tração

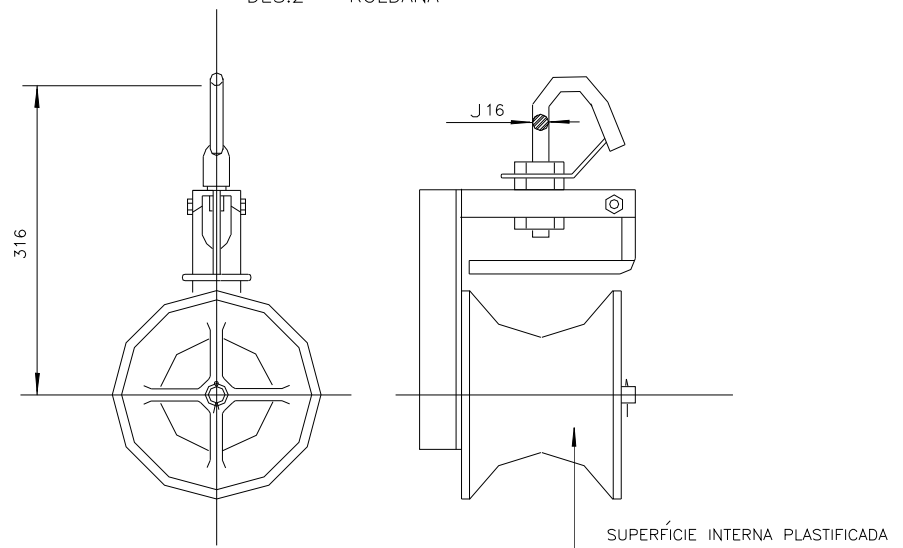
As tabelas do Anexo 7.2. mostram o valor da tração de montagem “T (daN)” do condutor para cada valor de vão regulador, ou vão básico, e da temperatura “t” indicando também a flecha “F” (m) correspondente.

7.3.4. Instrução de Lançamento dos Cabos – Desenhos

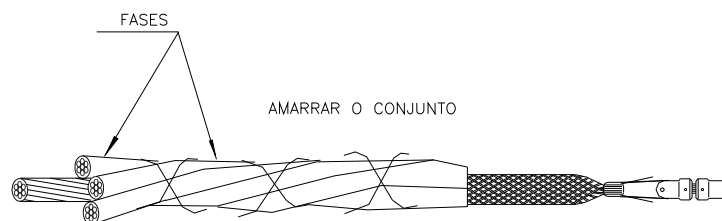
DES.1 – BOBINA



DES.2 – ROLDANA



DES.3 – CAMISA DE PUXAMENTO

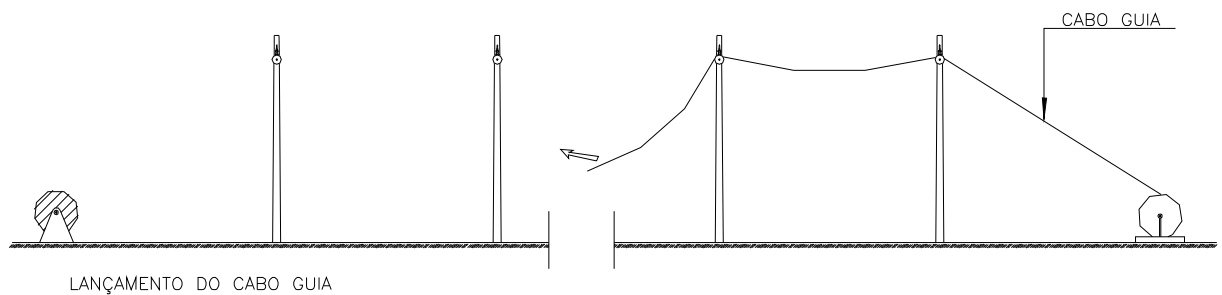
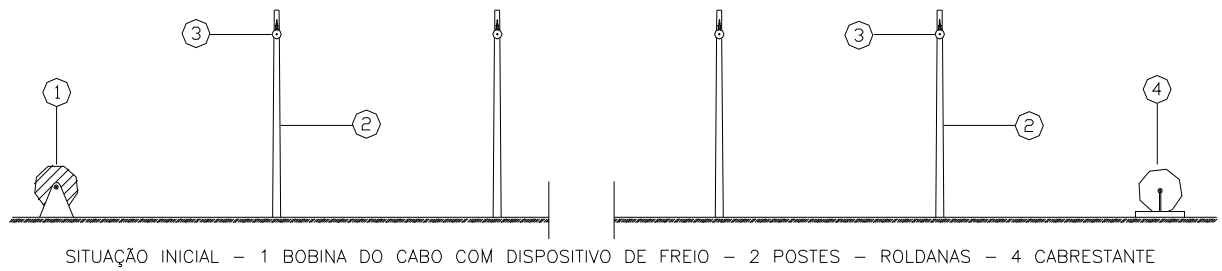


NOTAS:

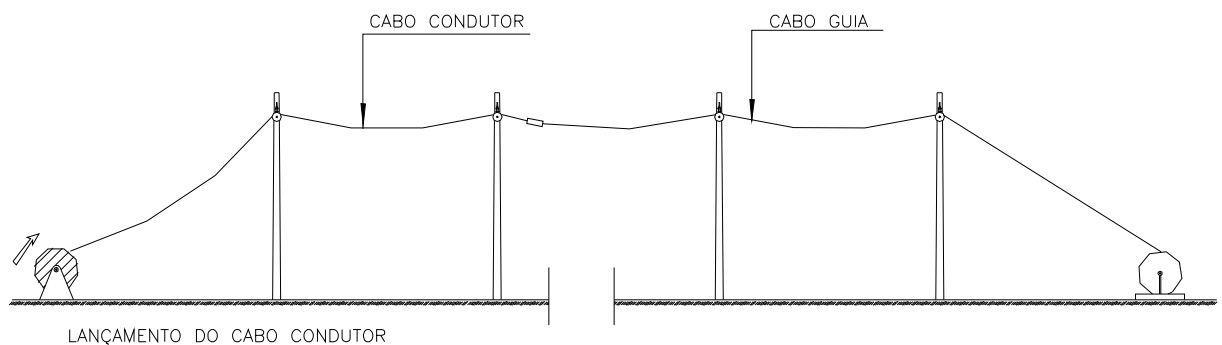
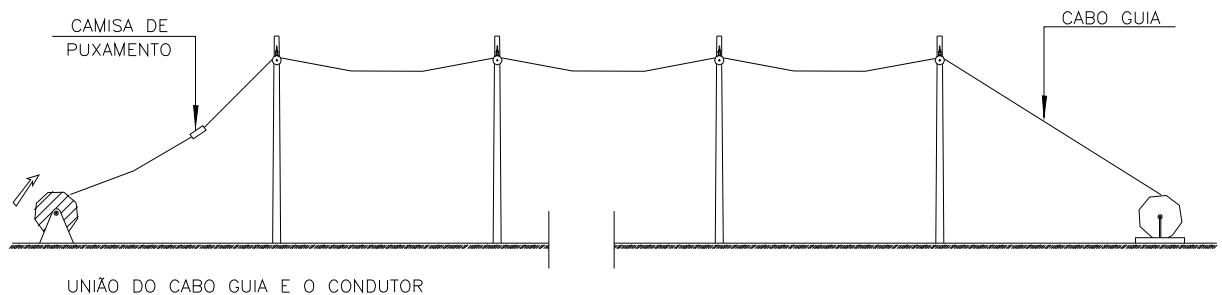
- 1-São admitidas alterações nos desenhos desde que não comprometam a montagem da rede.
- 2-Colocar a camisa de puxamento sobre o neutro.
- 3-Desenhos orientativos.



DESENHO 4

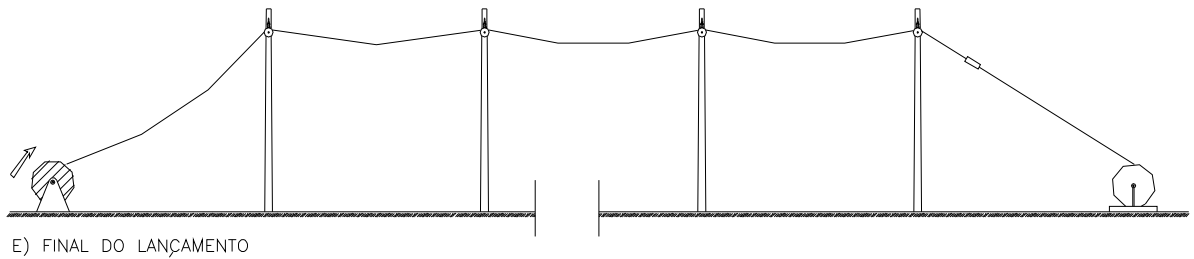


DESENHO 5

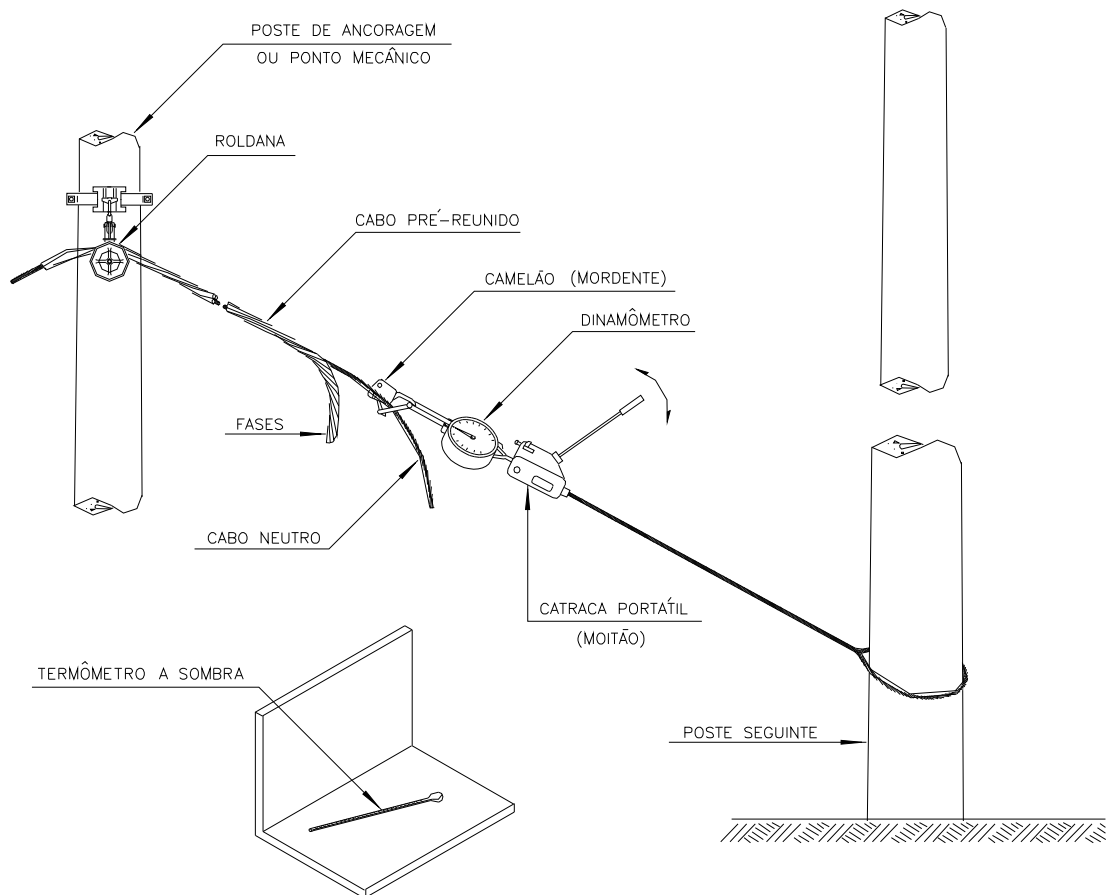




DESENHO 6



DESENHO 7





7.4. Montagem do Terminal e Emenda Pré-Isolados

7.4.1. Terminal Pré-Isolado – O-50

Nas figuras abaixo, mostram-se os passos para a montagem do terminal a compressão pré-isolado.

Passo 1

Escolher o terminal conforme a seção do condutor, verificar o diâmetro do condutor a ser utilizado e o diâmetro interior do terminal. Medir o comprimento a partir da ponta do condutor utilizando a escala indicada no corpo do terminal e retirar a isolação indicada, conforme a figura a seguir. A dimensão de retirada da isolação deve ser obrigatoriamente obedecida sob pena de comprometimento da vedação do terminal.



Passo 2

Introduzir a ponta nua do condutor no terminal. Uma parte da isolação do condutor deverá ficar dentro do selo de borracha do extremo do terminal.





Passo 3:

Fazer as compressões no corpo do terminal, nos lugares e na ordem indicados. Esta operação deve ser feita com uma ferramenta e uma matriz adequada, girando-se a ferramenta em 90°.



Passo 4:

Realizar a compressão na parte final do terminal para garantir a estanqueidade, conforme figura. Nos terminais com vedação feita por meio de anel metálico, uma compressão extra deverá ser realizada sobre esse anel para garantia da estanqueidade.





7.4.2. Emenda Pré-Isolada O-51

Nas figuras abaixo, se mostram os passos para a montagem da emenda a compressão pré-isolado.

Esta não é uma luva de tração total, sendo assim, o mensageiro isolado deve utilizar uma emenda de tração total conforme a E-313.0036 e posterior recomposição da isolação com fitas ou tubos contráteis.

Passo 1:

Escolher a emenda conforme a seção do condutor, verificar o diâmetro do condutor a ser utilizado e o diâmetro interno da emenda. Medir o comprimento a partir da ponta do condutor utilizando a escala indicada no corpo da emenda e retirar a isolação indicada, conforme a figura a seguir. A dimensão de retirada da isolação deve ser obrigatoriamente obedecida sob pena de comprometimento da vedação da luva.



Passo 2:

Introduzir a ponta nua do condutor na emenda. Uma parte da isolação do condutor deverá ficar dentro do selo de borracha da extremidade da emenda. Repetir para a outra extremidade da emenda.



Passo 3:

Fazer as compressões no corpo da emenda, nos lugares e na ordem indicados e, alternativamente, a cada lado da emenda a partir do centro (1-1, 2-2 etc.). Esta operação deve ser feita com uma ferramenta e uma matriz adequadas, girando-se a ferramenta em 90°.



Passo 4:

Realizar a compressão na parte final do terminal para garantir a estanqueidade, conforme figura. Nas luvas com vedação por meio de anel metálico, uma compressão extra deverá ser realizada sobre esse anel para garantia da estanqueidade.





7.5. Histórico de Revisões

Histórico das revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	060/2014 – 28.5.2014	APD / MSM	GMTK	SLR
1	Atual	APD	GMTK	SLC

Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
5.5.4	13	Acrescentado novo desenho com a possibilidade de ligação do jumper através de perfurante com os rabichos para a ligação de clientes
5.5.7	17	Alteração desenho com a inserção do rabicho do neutro
5.5.8	18	Alteração desenho com a inserção do rabicho do neutro
5.5.14	24	Alteração desenho com a inserção do rabicho do neutro
5.5.15	25	Alteração desenho com a inserção do rabicho do neutro
5.6.3	28	Correção no desenho da forma de ligação do ramo de ligação no rabicho, adicionado a possibilidade de ligação de clientes através de conector multiclentes e inserido notas a respeito deste conector.
5.6.4.	30	Correção no desenho da forma de ligação do ramo de ligação no rabicho.

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0085	ESTRUTURAS PARA REDES DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA COM CABOS COBERTOS FIXADOS EM ESPAÇADORES – REDE COMPACTA	1/114

1. FINALIDADE

Estabelecer os padrões para a montagem das estruturas primárias trifásicas de rede de distribuição aérea compacta até 34,5kV, com cabos cobertos em espaçadores para o sistema de distribuição de energia elétrica da Celesc Distribuição S.A., doravante denominada Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Agências Regionais, empreendedores, empreiteiras e demais órgãos usuários.

Esta Especificação aplica-se às redes novas, reformas e ampliações das redes já existentes, localizadas nas áreas de concessão da Celesc D, obedecidas as Normas da ABNT e legislações específicas.

3. ASPECTOS LEGAIS

Os padrões de montagem devem atender aos requisitos mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15992 – Redes de distribuição aérea de energia elétrica com cabos cobertos fixados em espaçadores para tensões até 36,2kV e, para trabalhos de construção, operação e manutenção, devem ser obedecidas as exigências da Norma Regulamentadora nº 10 – Segurança em instalações e serviços em eletricidade.

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema e segurança, motivos pelo quais os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto às eventuais alterações. Este padrão é válido para redes construídas após a data de publicação desta norma. Redes antigas devem obedecer às normas da Celesc D. e ABNT em vigor na época de sua construção.



4. CONCEITOS BÁSICOS

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR 5460, ABNT NBR 6547 e ABNT NBR 15992, complementados pelas definições a seguir.

4.1. Rede compacta

Rede de distribuição em média tensão que utiliza cabos cobertos em espaçadores, sustentados por cabo mensageiro, apresentando uma configuração compacta.

4.2. Cabo Coberto

Cabo dotado de cobertura protetora extrudada de material polimérico, que visa reduzir a corrente de fuga em caso de contato acidental do cabo com objetos aterrados e diminuir o espaçamento entre condutores.

4.3. Espaçador Losangular

Acessório, de material polimérico e formato losangular (trifásico), cujas funções são a sustentação e a separação dos cabos cobertos na rede compacta ao longo do vão, mantendo a isolamento elétrica desta.

4.4. Espaçador Vertical

Acessório de material polimérico, de formato vertical, cujas funções são a sustentação e a separação dos cabos cobertos na rede compacta, em situações de conexões entre fases, *flying-tap*, mantendo a isolamento elétrica da rede.

4.5. Braço Tipo L

Ferragem em formato L, presa ao poste, com a função de sustentar o cabo mensageiro da rede compacta, em condição de tangência ou com ângulos de deflexão de até 6°.

4.6. Braço Tipo C

Ferragem em formato C, presa ao poste, com a finalidade de sustentação das fases em condições de ângulo, de 6° a 90°, e de final de linha, derivações e conexão de equipamentos à rede.



4.7. Cabo Mensageiro

Cabo utilizado para sustentação dos espaçadores, separadores e para proteção elétrica e mecânica na rede compacta. Atua como uma blindagem contra surtos atmosféricos quando devidamente aterrado.

4.8. Braço Antibalanço

Acessório preso ao poste na estrutura CE1A, com a finalidade de evitar o balanço do espaçador e dar melhor estabilidade mecânica à rede.

4.9. Estribo para Braço Tipo L

Ferragem complementar ao braço tipo L, cuja função é a sustentação do espaçador junto ao braço.

4.10. Anel de Amarração

Acessório, em borracha de silicone, utilizado para fixação dos condutores fase e mensageiro nos berços dos espaçadores, separadores e isoladores do tipo polimérico.

4.11. Cantoneira Auxiliar para Braço Tipo C

Ferragem utilizada para encabeçamento das fases na extremidade superior do braço tipo C ou para instalação de para-raios.

4.12. Fixador de Perfil U

Ferragem complementar que tem a finalidade de sustentar o perfil U.

4.13. Grampo de Ancoragem

Acessório fixado no isolador bastão com a finalidade de sustentar o cabo coberto.

4.14. Perfil U

Ferragem utilizada como cruzeta ou extensor de poste em rede compacta. Como cruzeta, pode



ser fixada ao poste com uma mão francesa ou com fixador de perfil U e, como extensor, deve ser fixada ao topo do poste.

4.15. Pino Curto para Isolador

Ferragem utilizada para fixação do isolador polimérico tipo pino nas estruturas metálicas para rede compacta.

4.16. Protetor de Bucha de Equipamentos

Acessório utilizado para proteção das partes energizadas de buchas de equipamentos.

4.17. Cobertura Protetora para Conector

Acessório para proteção elétrica da conexão de derivação.

4.18. Cobertura Protetora para Estribo e Grampo de Linha Viva

Acessório para proteção dos componentes energizados na derivação através do estribo e grampo de linha viva.

4.19. Espaçador Vertical

Acessório, de material polimérico, de formato vertical, cujas funções são a sustentação e a separação dos cabos cobertos na rede compacta, em situações de conexões entre fases em cruzamento aéreo interligado, mantendo o nível de isolamento elétrica da rede.

4.20. Suporte Afastador Horizontal

Ferragem em formato L, fixada ao poste, com a finalidade de sustentar os cabos cobertos em isoladores de pino e que permite um maior afastamento da rede compacta de edificações. Permite também a montagem de chaves e para-raios em alguns tipos de estruturas.

4.21. Suporte Horizontal

Ferragem em formato L, fixada ao poste, com a finalidade de fixação de isoladores para sustentação do cabo coberto nas estruturas que utilizam estribos para grampos de linha viva, de modo a permitir maior estabilidade e afastamento dos mesmos.



4.22. Suporte Z

Ferragem, em formato Z, com a função de fixar o para-raios ao braço tipo C, perfil U, suporte afastador horizontal ou cantoneira auxiliar.

4.23. Estrutura CE1A

Estrutura com braço tipo L, estribo para espaçador, espaçador losangular e braço antibalanço, permitindo deflexão horizontal da rede compacta de até seis graus, tracionando ou comprimindo o referido braço antibalanço. Pode ser utilizada também em estruturas contendo conector derivação de cunha, em ligações que não têm grampo de linha viva.

4.24. Estrutura CE2

Estrutura em ângulo, com braço tipo C e o mensageiro fixado no poste, permitindo deflexão máxima horizontal de sessenta graus. Essa estrutura exige dois espaçadores losangulares instalados no máximo a doze metros de distância, um de cada lado da estrutura.

4.25. Estrutura CE3

Estrutura de ancoragem simples, com braço tipo C, isolador de ancoragem, mensageiro fixado no poste, cabos cobertos em configuração triangular, podendo, no caso de equipamentos, conter para-raios, conector derivação ou estribo e grampo de linha viva.

4.26. Estrutura CE4

Estrutura de ancoragem dupla, semelhante à estrutura C3, utilizada em ângulos superiores a sessenta graus ou em casos de mudança de bitola.



5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Generalidades

A Rede Compacta utiliza um cabo mensageiro para sustentação da rede, fixado à posteação por meio de braços metálicos e espaçadores losangulares instalados em intervalos regulares ao longo do vão.

Os espaçadores exercem a função de elementos de sustentação e separação elétrica (isoladores) dos condutores cobertos, que ficam dispostos em um arranjo triangular compacto.

O esforço mecânico aplicado sobre as estruturas provém do cabo mensageiro, considerando que devido à pequena distância entre espaçadores, os condutores cobertos requerem trações de montagem bastante reduzidas quando comparadas às do mensageiro.

A seleção da topologia de rede de média tensão a ser implementada deve seguir o determinado na Instrução Normativa I-313.0021 – Critérios para Utilização de Redes de Distribuição. Redes secundárias devem obrigatoriamente ser isoladas conforme a E-313.0078 – Rede de Distribuição Aérea Secundária Isolada até 1kv.

Para situações regionais especiais não previstas nesta Especificação, tais como áreas com acentuada presença de substâncias corrosivas e/ou poluidoras, poder-se-ão adotar soluções personalizadas.

A rede compacta deve ser tratada como **rede convencional nua** para os aspectos de segurança que envolva construção, operação e manutenção. Dessa forma, seus condutores e acessórios não devem ser tocados enquanto a rede não estiver desligada e corretamente aterrada, exceto na condição de linha viva, sob pena de colocar em risco a segurança de eletricitas e terceiros.

Na utilização da rede compacta em áreas rurais, devem ser observadas as condições da I-313.0021 – Critérios para Utilização de Redes de Distribuição. Além disso, devem ser observadas as condições para manutenção.

Nesta padronização foram consideradas redes urbanas e rurais com características urbanas com condutores cobertos de alumínio compactados, conforme a Especificação E-313.0075 – Cabos cobertos para rede de distribuição aérea compacta em espaçadores e cabos mensageiros e conforme a NE-109E – Cabo mensageiro para rede de distribuição aérea primária compacta com cabo coberto em espaçadores.

As estruturas devem ser montadas somente com ferragens de 25/35kV.



5.2. Exigências

A altura mínima recomendada para os postes utilizados nas redes compactas de média tensão é de 11 metros.

O poste mínimo a ser utilizado para instalação do transformador é o 12/300 daN (até 75kVA), demais transformadores devem ser instalados conforme a tabela do Anexo 7.4.

Devem ser mantidos os afastamentos mínimos estabelecidos no subitem 5.5.

Os afastamentos referentes à faixa de ocupação da estrutura e cabos de comunicação devem atender à I-313.0015 – Compartilhamento de Postes.

Postes de concreto circular deverão ser usados em saídas de subestação, em ângulos muito acentuados, ou em situações especiais. Em situações normais, recomenda-se o uso de postes DT. Os postes padronizados encontram-se no Anexo 7.3.

Para montagem das estruturas de rede compacta, podem ser utilizados postes de eucalipto preservado, conforme a E-313.0025, e postes poliméricos de poliéster reforçado com fibra de vidro, conforme a E-313.0066. Neste caso, utilizar a mesma lista de materiais prevista para montagem das estruturas em postes de seção duplo T.

Os engastamentos dos postes devem ser realizados de acordo com o especificado na E-313.0002 – Estruturas para Redes Aéreas Convencionais de Distribuição.

Outras variações de montagens das estruturas são permitidas, desde que atendam aos requisitos mínimos de segurança de operação e manutenção e os afastamentos mínimos estabelecidos em 5.5.

5.3. Campo de Aplicação

As Redes Compactas aplicam-se principalmente a sistemas urbanos e rurais com características urbanas de distribuição nas quais se deseja atingir níveis de confiabilidade superiores aos das redes convencionais nuas e que apresentam os seguintes problemas:

- a) desligamentos provocados por interferência da arborização na rede: este padrão de rede permite o toque eventual de galhos trazendo uma menor área de poda de árvores e possibilitando uma maior periodicidade de manutenção preventiva na poda de árvores, além de o mensageiro servir como anteparo para a queda de galhos;



- b) saídas de alimentadores de SEs: como alternativa técnico-econômica a redes isoladas multiplexadas ou redes subterrâneas;
- c) congestionamento de estruturas: pelo diminuto espaço que ocupam, permite-se a instalação de vários circuitos na mesma posteação;
- d) locais de frequentes ocorrências de objetos lançados à rede;
- e) áreas rurais de preservação permanente.

5.3.1. Poda de Árvores

As podas de árvores deverão ser diminuídas, devendo ser realizadas apenas podas em um raio de 80cm em volta da rede.

5.4. Restrições

5.4.1. Poluição Salina e Industrial

As restrições para sua utilização são as regiões de orla marítima e zonas industriais poluídas (locais de atmosfera agressiva), pelo fato de empregar cabo coberto não isolado, que na presença de contaminação, passa a conduzir correntes superficiais na cobertura polimérica, causando o fenômeno de trilhamento elétrico (*tracking*). Para essas situações, deverão ser estudadas alternativas para cada caso específico, tais como:

- a) elevação do NBI da rede convencional;
- b) mudança de configuração, mantendo-se o cabo coberto e acessórios;
- c) mudança para rede isolada e/ou subterrânea;
- d) utilização de isoladores especiais etc.

Como regra geral, a rede compacta não deve ser instalada a menos de 300 metros da orla marítima em áreas agressivas.

Em regiões de orla marítima com pouca agressividade, isto é, com pouca influência de ventos e névoa salina oriunda do mar, baías onde não se tem ondas, lagoas salobras e regiões onde há blindagem como vegetação e prédios, essa distância pode ser diminuída utilizando espaçadores e isoladores classe 25/35kV.



Da mesma forma, em de orla marítima onde a agressividade é reconhecidamente alta, como por exemplo as regiões de Laguna e alguns locais das Regionais de Itajaí, Tubarão, Joinville, Florianópolis e Criciúma, a distância deve ser de, no mínimo, 800m e, se necessário, ampliada.

5.4.2. Descargas Atmosféricas

O padrão da Celesc para construção de redes convencionais tem um Nível Básico de Isolamento (NBI) de 150kV nas estruturas para as redes de 13,8kV e 23,1kV. A utilização de redes compactas não traz ganho quanto a desligamentos oriundos de tensões induzidas por descargas atmosféricas ou descargas diretas. Para a classe de 15kV, existe uma redução do Nível Básico de Isolamento de rede, visto que os isoladores de pino poliméricos utilizados para redes de 13,8kV têm NBI 110kV e são instalados em suportes metálicos.

Nas redes de 13,8kV e 23,1kV situadas em locais com alta densidade de descargas e elevado índice de desligamentos por descargas atmosféricas, deve-se realizar um estudo mais aprofundado sobre a utilização dos isoladores de 13,8kV (NBI 110kV) ou 23,1kV (NBI 125kV). Para manter o NBI da rede em 150kV, é recomendado utilizar isoladores de pino poliméricos com NBI 150kV (classe 34,5kV) nas redes compactas.

5.4.3. Cuidados com o Manuseio do Cabo Coberto

O cabo coberto possui uma cobertura polimérica que, para exercer a sua função adequadamente, não deve de forma alguma ter a mesma comprometida. Assim, durante o seu manuseio, alguns cuidados devem ser tomados para que este não sofra arranhões, dobramentos e esforços além do limite para o lançamento do cabo, como por exemplo:

- a) manuseio durante o armazenamento e fracionamento, em que o cabo não pode escorregar pelo piso de qualquer espécie sob pena de que o mesmo sofra arranhões;
- b) manuseio durante o lançamento, considerando que este não pode escorregar no piso, nos isoladores, ferragens postes e em qualquer local que possa provocar qualquer tipo de dano na cobertura;
- c) dobramentos, pois o cabo somente poderá sofrer dobramentos de acordo com o raio mínimo de curvatura descrito no Anexo 7.7 desta Especificação.

5.5. Afastamentos Mínimos

Os cabos cobertos devem ser considerados como condutores nus no que se refere a todos os afastamentos mínimos já padronizados para redes primárias nuas para garantir a segurança de



pessoas.

Os afastamentos mínimos para 24,2kV, quando não indicados ,devem ser iguais aos de 36,2kV.

Os afastamentos entre condutores do mesmo circuito ou de circuitos diferentes, inclusive condutores aterrados, devem respeitar os afastamentos mínimos estabelecidos nas Tabelas 1 a 4. Estes são sempre relativos às partes energizadas e não ao ponto de fixação.

Os afastamentos mínimos indicados podem ser aumentados convenientemente, dependendo das condições de operação e manutenção da rede.

A largura da faixa de segurança para redes de distribuição rurais é de, no mínimo, 15 metros, distribuídos em 7,5 metros de cada lado em relação ao eixo da rede, permitindo apenas o plantio de culturas rasteiras e vedando a construção de edificações e assemelhados na referida faixa, atendendo assim aos requisitos de segurança de pessoas e bens.

Não são permitidas construções civis sob as redes de distribuição. Em área rural, devem ser obedecidos os valores da faixa de segurança e, na área urbana, as situações apresentadas na Figura 1.

Os afastamentos mínimos referentes aos cabos de comunicação devem atender à Instrução Normativa I-313.0015.

Tabela 1 – Distância entre condutores de circuitos diferentes

Tensão U (kV)	Distância mínima (mm)		
Circuito inferior	Circuito superior		
	$U \leq 1$	$1 < U \leq 15$	$15 < U \leq 36,2$
Comunicação	600	1500	1800
$U \leq 1$	600	800	1000
$1 < U \leq 15$	-	800	900
$15 < U \leq 36,2$	-	-	900



Tabela 2 – Distância entre os condutores e o solo

Natureza do logradouro	Afastamento mínimo (mm)		
	Tensão U kV		
	Cabos aterrados	$U \leq 1$	$1 < U \leq 36,2$
Vias exclusivas de pedestre em áreas rurais	3 000	4 500	5 500
Vias exclusivas de pedestre em áreas urbanas	3 000	3 500	5 500
Locais acessíveis ao trânsito de veículos em áreas rurais	4 500	4 500	6 000
Locais acessíveis ao trânsito de máquinas e equipamentos agrícolas em áreas rurais	6 000	6 000	6 000
Ruas e avenidas	5 000	5 500	6 000
Entradas de prédios e demais locais de uso restrito a veículos	4 500	4 500	6 000
Rodovias federais	7 000	7 000	7 000
Ferrovias não eletrificadas e não eletrificáveis	6 000	6 000	9 000
NOTA 1 Em ferrovias eletrificadas ou eletrificáveis, a distância mínima do condutor ao boleto dos trilhos é de 12m para tensões até 36,2kV, conforme ABNT NBR 14165.			
NOTA 2 Para tensões superiores a 36,2kV, consultar a ABNT NBR 5422.			
NOTA 3 Em rodovias estaduais, a distância mínima do condutor ao solo deve obedecer à legislação específica do órgão estadual. Na falta de regulamentação estadual, obedecer aos valores desta Tabela.			

Tabela 3 – Distância vertical mínima entre condutores de um mesmo circuito

Tensão U (kV)	Distância vertical mínima na estrutura entre fases (mm)
$U \leq 1$	200
$1 < U \leq 15$	500
$15 < U \leq 36,2$	600

Tabela 4 – Distância mínima das partes energizadas à fase ou à terra em pontos fixos

Tensão suportável nominal sob impulso atmosférico (kV)	Distância mínima (mm)	
	Fase-fase (Valor X)	Fase-terra (Valor Y)
110	170	150
125	190	170
150	230	200
170	270	230

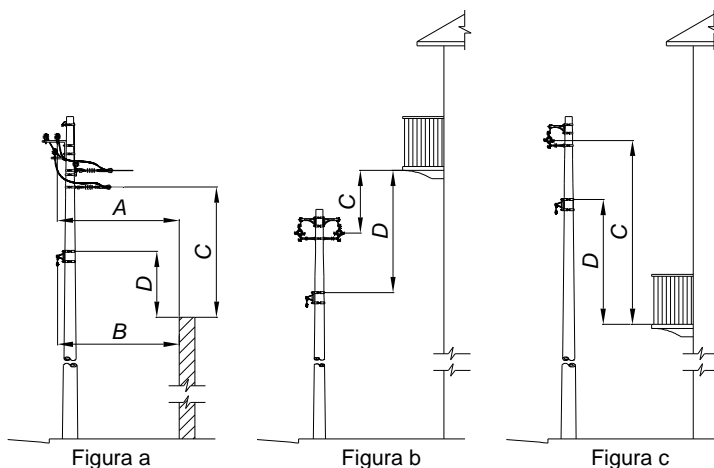


Figura a
Afastamento horizontal e vertical entre os condutores e muro

Figura b
Afastamento vertical entre os condutores e o piso da sacada, terraço ou janela das edificações

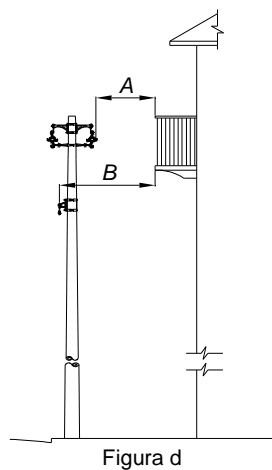


Figura d
Afastamento horizontal entre os condutores e o piso da sacada, terraço e janela das edificações

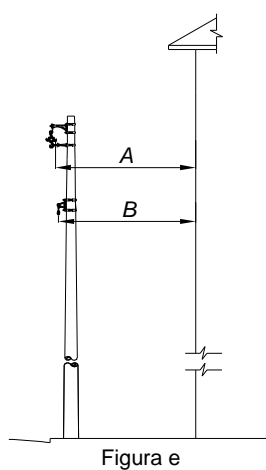


Figura e
Afastamento horizontal entre os condutores e as paredes de edificações

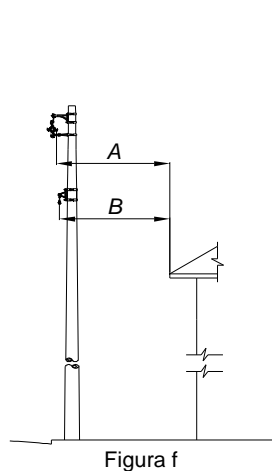


Figura f
Afastamento horizontal entre os condutores e a cimalha e o telhado de edificações

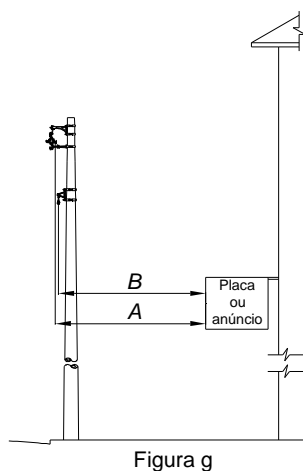


Figura g
Afastamento horizontal entre os condutores e as placas de publicidade

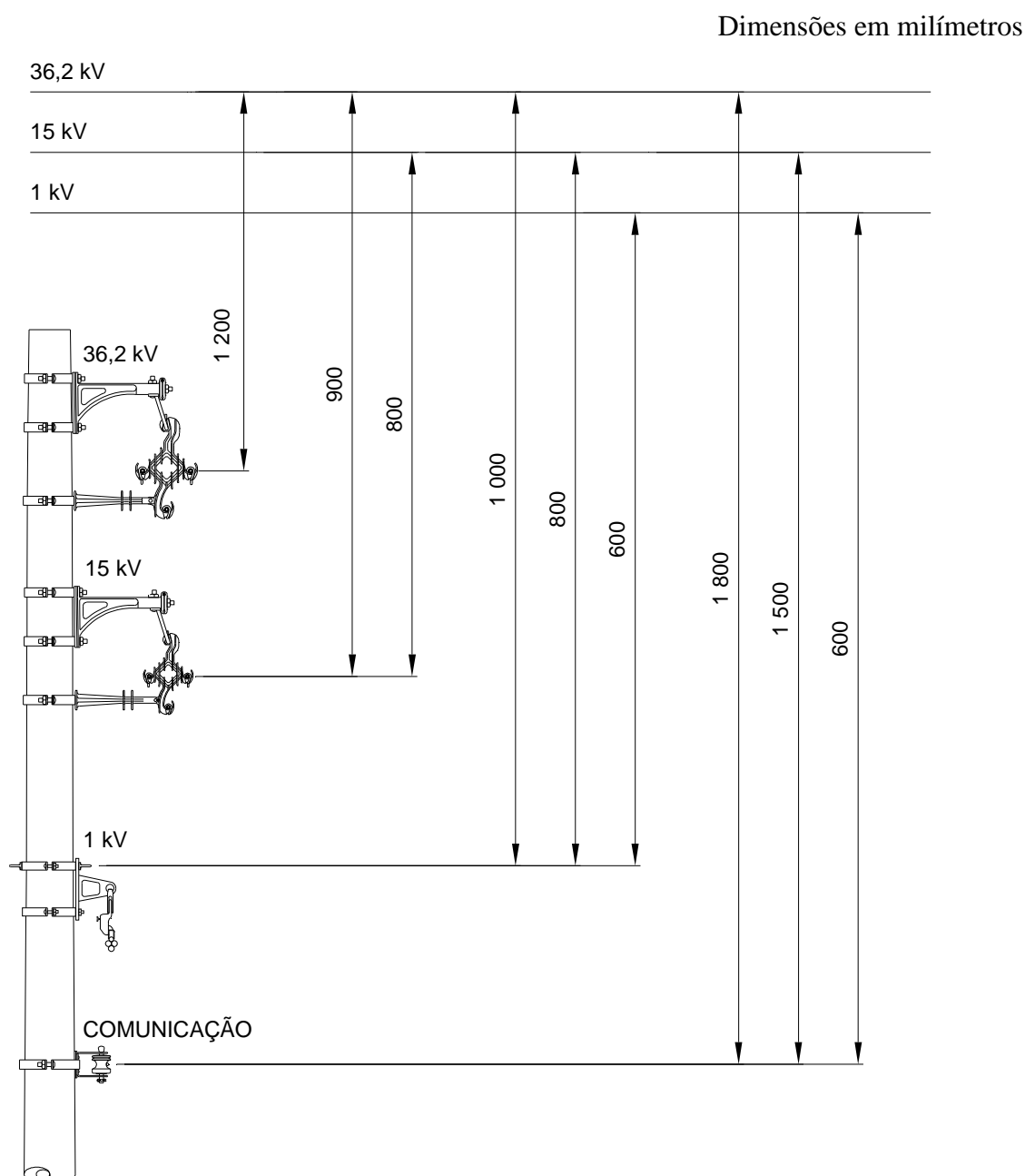


AFASTAMENTOS MÍNIMOS (mm)						
Fig. Nº	PRIMÁRIO				SÓ SECUNDÁRIO	
	15 kV		36,2 kV			
	A	C	A	C	B	D
a	1 000	3 000	1 200	3 200	500	2 500
b	-	1 000	-	1 200	-	500
c	-	3 000	-	3 200	-	2 500
d	1 500	-	1 700	-	1 200	-
e	1 000	-	1 200	-	1 000	-
f	1 000	-	1 200	-	1 000	-
g	1 500	-	1 700	-	1 200	-

NOTA 1 – Caso não seja possível manter os afastamentos verticais das Figuras “b” e “c”, recomenda-se que sejam mantidos os afastamentos horizontais da Figura “d”.

NOTA 2 – Se o afastamento vertical entre os condutores e as sacadas, terraços ou janelas for igual ou maior do que as dimensões das Figuras “b” e “c”, não se exige o afastamento horizontal da borda da sacada, terraço ou janela da Figura “d”, porém, recomenda-se que o afastamento da Figura “e” seja mantido.

Figura 1 – Afastamentos mínimos – Condutores a edificações

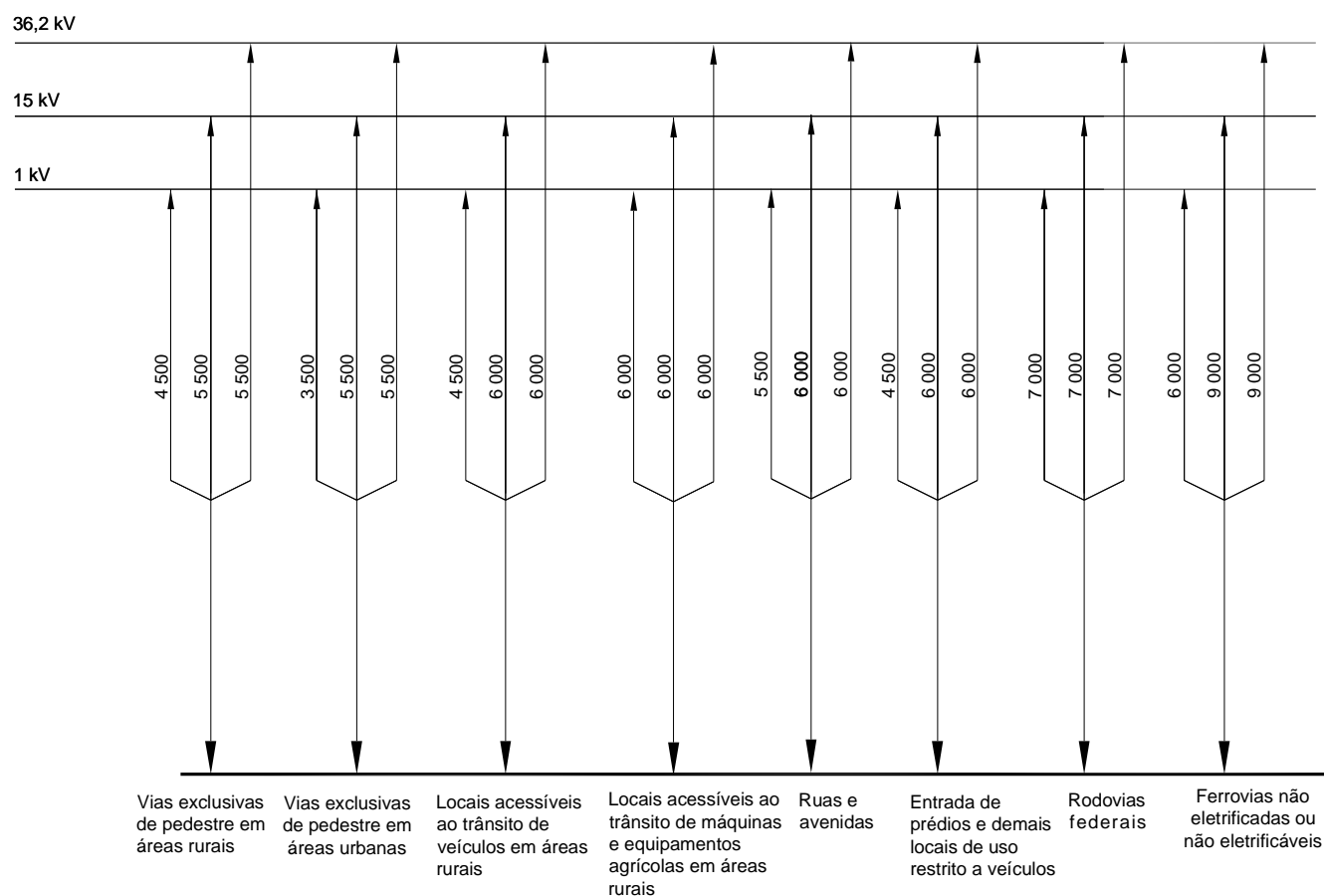


NOTA – Os valores indicados pelas cotas são para as condições de flecha máxima, considerando a temperatura ambiente de 50 °C, conforme 7.8.2.

Figura 2 – Afastamentos mínimos - Circuitos diferentes



Dimensões em milímetros

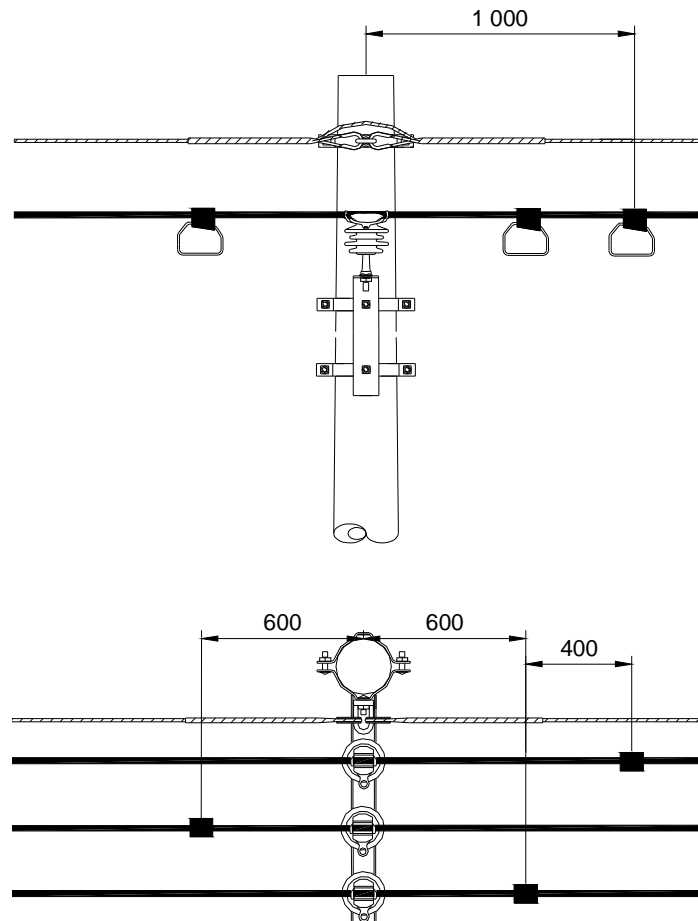


NOTA – Os valores indicados pelas cotas são para as condições de flecha máxima, considerando a temperatura ambiente de 50°C, conforme 7.8.2.

Figura 3 – Afastamentos mínimos – Condutor ao solo

5.5.1. Instalação de Estribos

Dimensões em milímetros



NOTA 1 – Para recomposição da cobertura do cabo, deve ser adotado o procedimento indicado em 5.11.2.

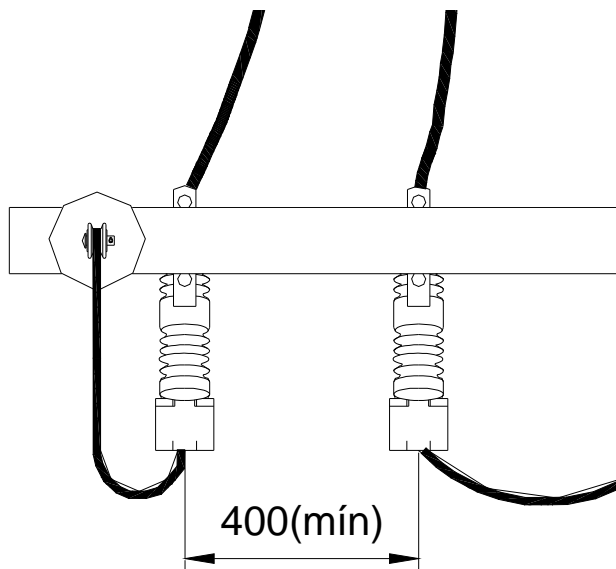
NOTA 2 – Em áreas arborizadas, o adaptador estribo deve ser protegido com o acessório polimérico protetor de estribo e grampo de linha viva.

Figura 4 – Instalação de Estribo de Espera para Aterramento Temporário



5.5.2. Distância Mínima entre Chaves Fusíveis

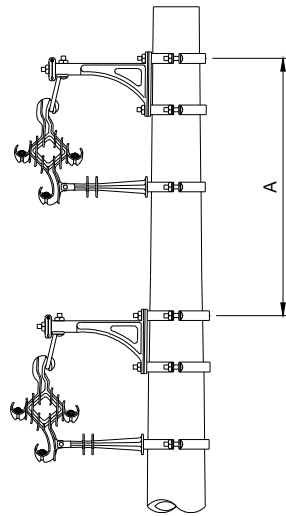
Dimensões em milímetros



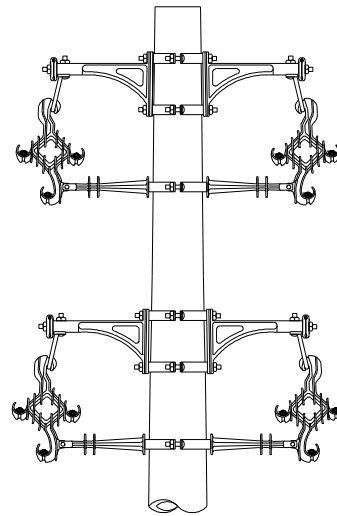
NOTA – Para garantir a segurança durante a operação, as chaves devem respeitar a distância mínima estabelecida na figura.

Figura 5 – Distância mínima entre chaves fusíveis

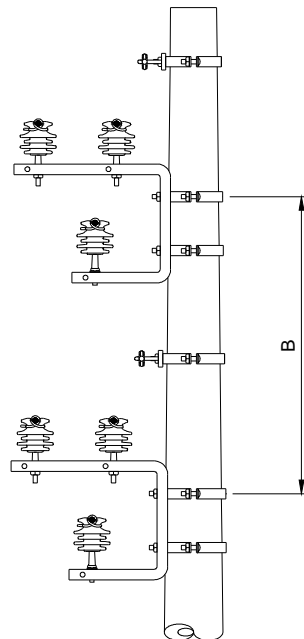
5.5.3. Circuitos Múltiplos



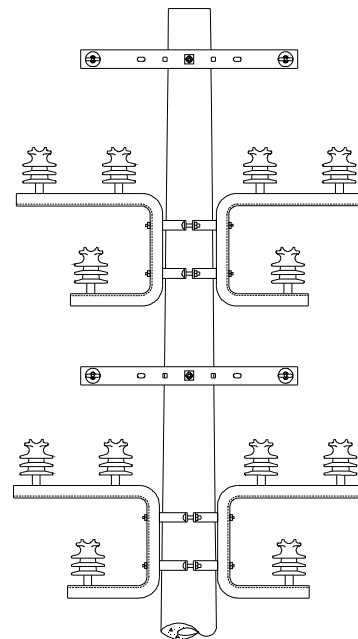
Dois níveis e dois circuitos - Estrutura com braço tipo "L"



Dois níveis e quatro circuitos - Estrutura com braço tipo "L"



Dois níveis e dois circuitos - Estrutura com braço tipo "C"



Dois níveis e quatro circuitos - Estrutura com braço tipo "C"

Tensão Nominal (kV)	Afastamentos mínimos (mm)			
	13,8		23,1/34,5	
	A	B	A	B
13,8	1000	1200	1100	1300
23,1/34,5	-	-	1200	1800

Figura 6 – Afastamentos mínimos – Entre condutores de circuitos diferentes na mesma estrutura

5.6. Espaçadores

Na instalação dos espaçadores em intervalos regulares ao longo do vão, visando assegurar o balanceamento mecânico da rede, devem-se adotar os critérios indicados na Tabela 5:

Tabela 5 – Afastamento do primeiro espaçador

Índice	Estrutura	Afastamento (mm)
1	CE1A (com braço anti-balanço)	6 000 a 8 000
2	Demais estruturas básicas	10 000
3	Estrutura com ancoragem em cruzetas ou com equipamentos de manobra	10 000

Deve-se sempre procurar manter a sequência de fases nos espaçadores ao longo da rede, buscando manter a fase instalada no lado do poste sempre nessa posição. No caso de necessidade de mudança de traçado da rede (interferência com construção civil, mudança de poste para o outro lado da rua, etc.), podem ser feitas transposições, conforme Figura 6.

Em circuitos instalados em saídas de subestações, deve-se optar pela construção da rede de forma plana, sem a utilização de espaçadores. Nesses casos, o vão máximo fica limitado a 40 metros.

A fase B deve ser instalada obrigatoriamente no berço inferior do espaçador losangular e do separador vertical, em conformidade com a Figura 7.

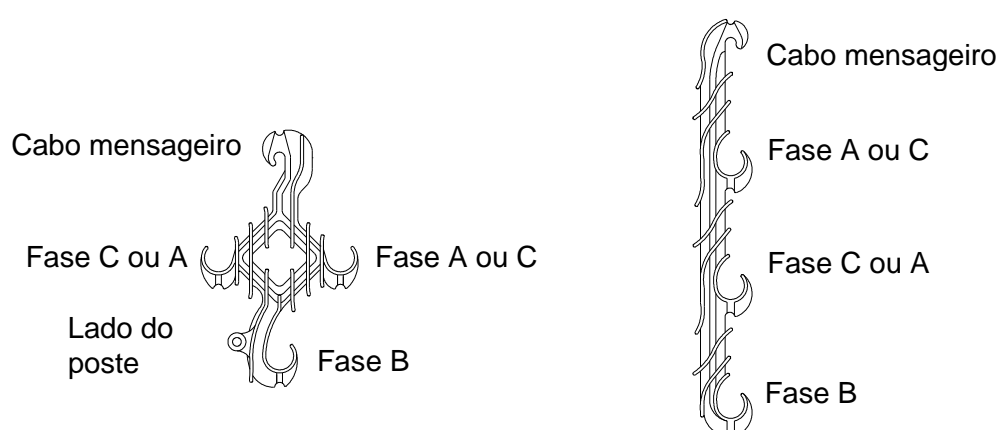
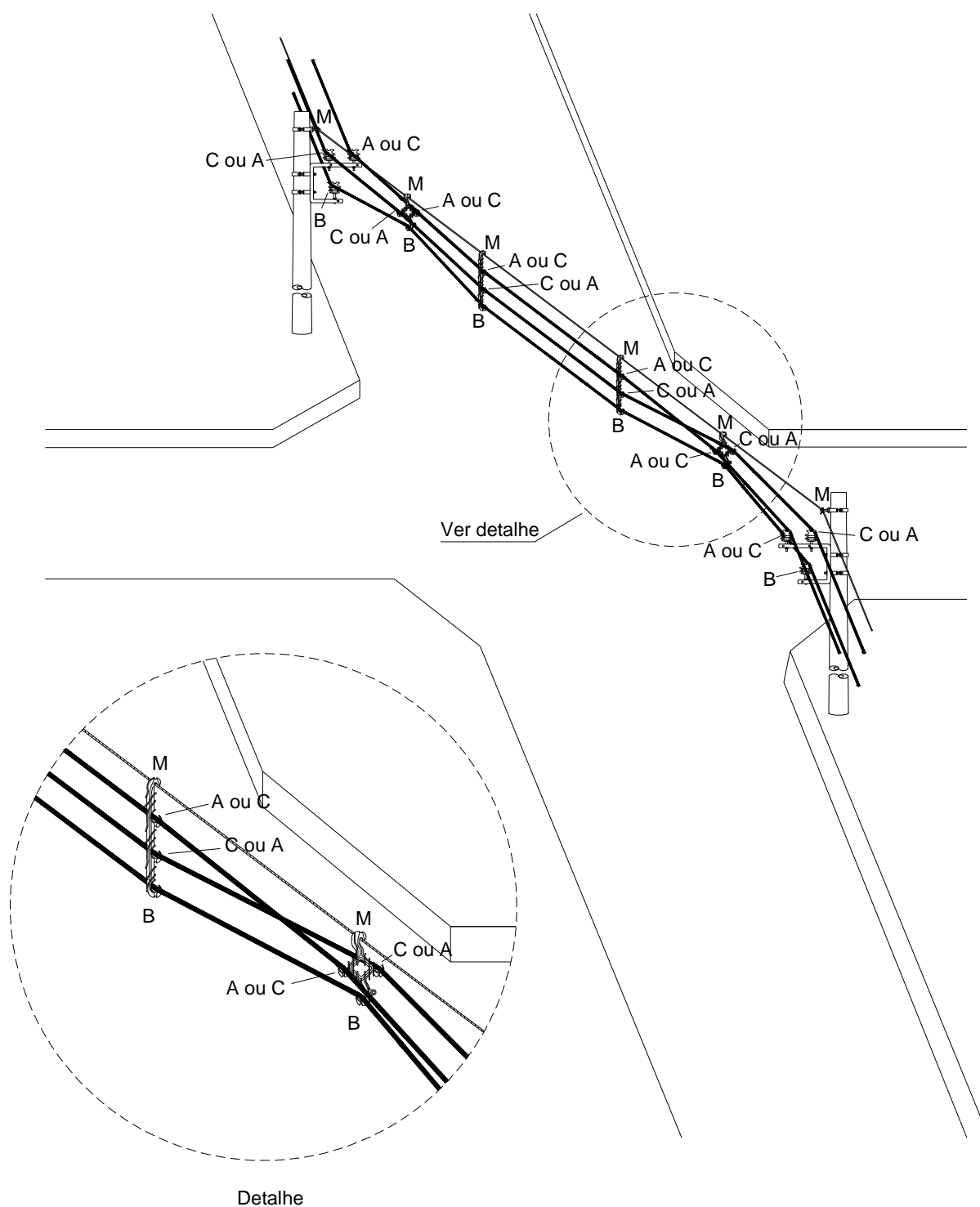


Figura 7 – Sequência de fases nos espaçadores losangular e vertical



NOTA – O afastamento entre os espaçadores ao longo do vão pode variar de 6000 a 8000mm, sendo este último o valor máximo permitido, conforme indicado na Figura 9.

Figura 8 – Transposição de fases



A Tabela 6 apresenta a quantidade de espaçadores, considerando o afastamento médio de 8000mm e máximo de 10000mm entre espaçadores.

Tabela 6 – Quantidade de espaçadores

Vão (metros)	Espaçadores
	Entre duas estruturas quaisquer
Até 20	1
21 a 28	2
29 a 36	3
37 a 44	4
45 a 52	5

Para vãos superiores aos indicados na Tabela 6, a quantidade de espaçadores deve ser calculada utilizando-se a mesma regra.

Dimensões em milímetros

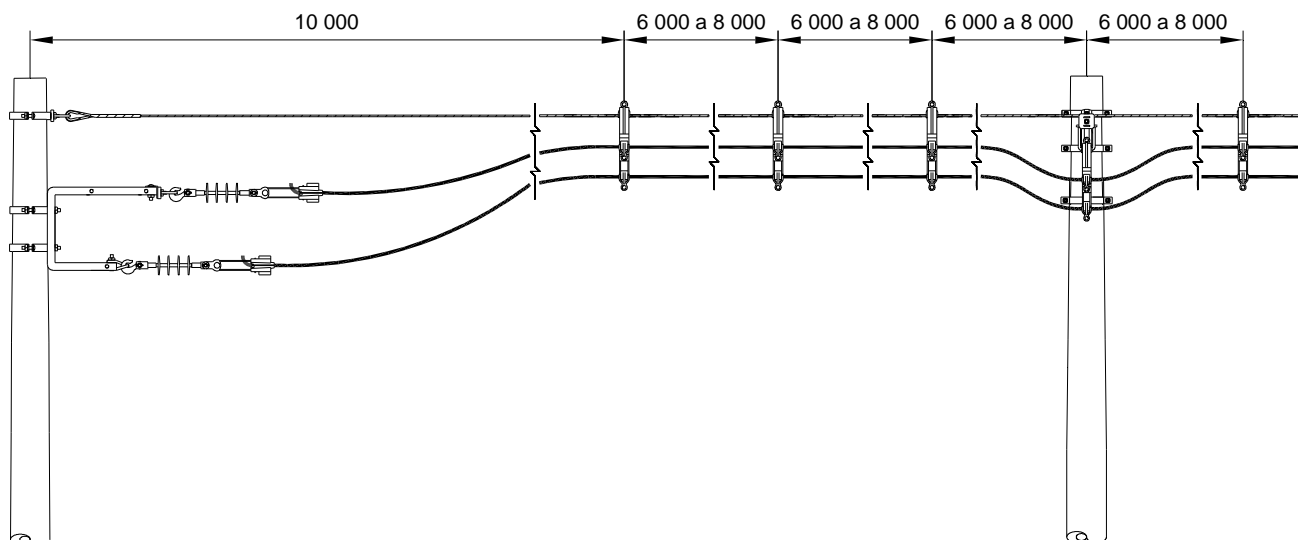


Figura 9 – Exemplo de Instalação de Espaçadores



5.7. Padrões das Estruturas

A nomenclatura das estruturas básicas CE deriva da designação Compacta em Espaçadores, seguindo de forma análoga os índices das estruturas das redes convencionais.

As estruturas básicas, com suas respectivas denominações e aplicações, estão ilustradas nesta Especificação. Outros arranjos podem ser obtidos a partir da combinação de estruturas básicas entre si ou conjugadas com estruturas de rede convencional.

Nas estruturas com ângulo, sempre que possível, o braço tipo C deve ser posicionado na bissetriz do ângulo formado pela rede na estrutura.

Em longos trechos de alinhamento de rede, é recomendável intercalar estruturas de ancoragem a cada 500m, aproximadamente, assegurando maior confiabilidade ao projeto mecânico da rede, além de facilitar a construção e eventual troca de condutores.

No projeto da rede, deve ser prevista a instalação de adaptadores estribo para aterramento temporário, no máximo, a cada 300 metros da rede, respeitando os afastamentos contidos na Figura 4. O adaptador estribo (estribo de espera) deve ser utilizado para fixação do aterramento temporário.

Os adaptadores estribo devem ser instalados em estruturas com ponto de fixação, por exemplo, CE2, CE3, CE4 e nas estruturas com equipamentos. Além disso, devem ser instalados nos dois lados (antes e após) das estruturas com equipamentos de manobra, respeitando a capacidade máxima de condução de corrente do condutor.

Os postes utilizados para rede compacta são os mesmos padronizados na Celesc e devem atender o dimensionamento mecânico da rede e os afastamentos mínimos.

Circuitos duplos, triplos ou quádruplos, podem ser construídos, desde que obedçam aos afastamentos mínimos entre circuitos indicados em 5.5.

Nas estruturas de redes com classe de tensão 23,1 e 34,5kV, utilizar o espaçador especificado para 34,5kV.

Nas estruturas com classe de tensão em 13,8 e 23,1kV usar as ferragens especificadas para 34,5kV.

Nas estruturas CE1-A com classe de tensão em 13,8kV, deve-se utilizar o braço antibalanço para 34,5kV.



Nos cruzamentos aéreos com rede convencional, a rede compacta deve ser posicionada em nível superior, efetuando-se as ligações com cabo coberto, observando-se a distância mínima entre circuitos.

Devem ser instalados conjuntos de para-raios, no mínimo, a cada 500 metros de rede. Em locais com alta incidência de descargas atmosféricas e alto índice de desligamentos por descargas, os conjuntos devem ser instalados a cada 300 metros ou menos.

Devem ser instalados para-raios em todos os fins de rede, transições de redes e equipamentos (transformadores, religadores e reguladores). Nas transições em que houver transformador ou jogo de para-raios na estrutura imediatamente anterior ao fim da rede, não é necessário instalar para-raios na estrutura.

Estrutura de fim de rede com transformador, além da instalação de para-raios no transformador, deverá ser precedida de outra estrutura com para-raios.

Recomenda-se a utilização de protetor de bucha, protetor para grampo de linha viva e protetor de para-raios em locais onde ocorram frequentes desligamentos da rede por contatos acidentais com objetos, vegetação e pequenos animais.

Nas estruturas básicas e mais frequentes, são apresentados os desenhos para montagem em poste de concreto de seção circular e duplo T. Nas demais estruturas, onde houver apenas o desenho do poste de seção circular, só deve ser utilizado poste de concreto duplo T se a lista de materiais contemplar esta montagem. Devem ser observados os esforços mecânicos para cada tipo de poste a ser utilizado.

Nas conexões dos cabos cobertos ou outra qualquer abertura do cabo e inclusive suas pontas, deve ser recomposta a cobertura do cabo. Pode ser adotada cobertura de emenda para cabo coberto ou recomposição da cobertura do cabo conforme item 5.11.2.

Na construção da rede compacta, não se permite a emenda do cabo mensageiro no vão.

O mensageiro deve ter sua continuidade preservada. Nos casos de seccionamento, deve ser feita a conexão entre as duas pontas com o conector cunha apropriado.

Deve ser utilizado o conector cunha ramal (tipo “ampactinho”) nas conexões realizadas no aterramento do para-raios. Na ligação com os condutores de média tensão, deve ser utilizado conector cunha de alumínio ou adaptador estribo com grampo de linha viva.

Sempre que for utilizada porca olhal em substituição ao olhal para parafuso em postes de seção duplo T, deve-se acrescentar uma arruela quadrada na lista de materiais.



As amarrações indicadas nas listas de materiais dos padrões de montagem podem ser substituídas pelas amarrações padronizadas no subitem 5.11.

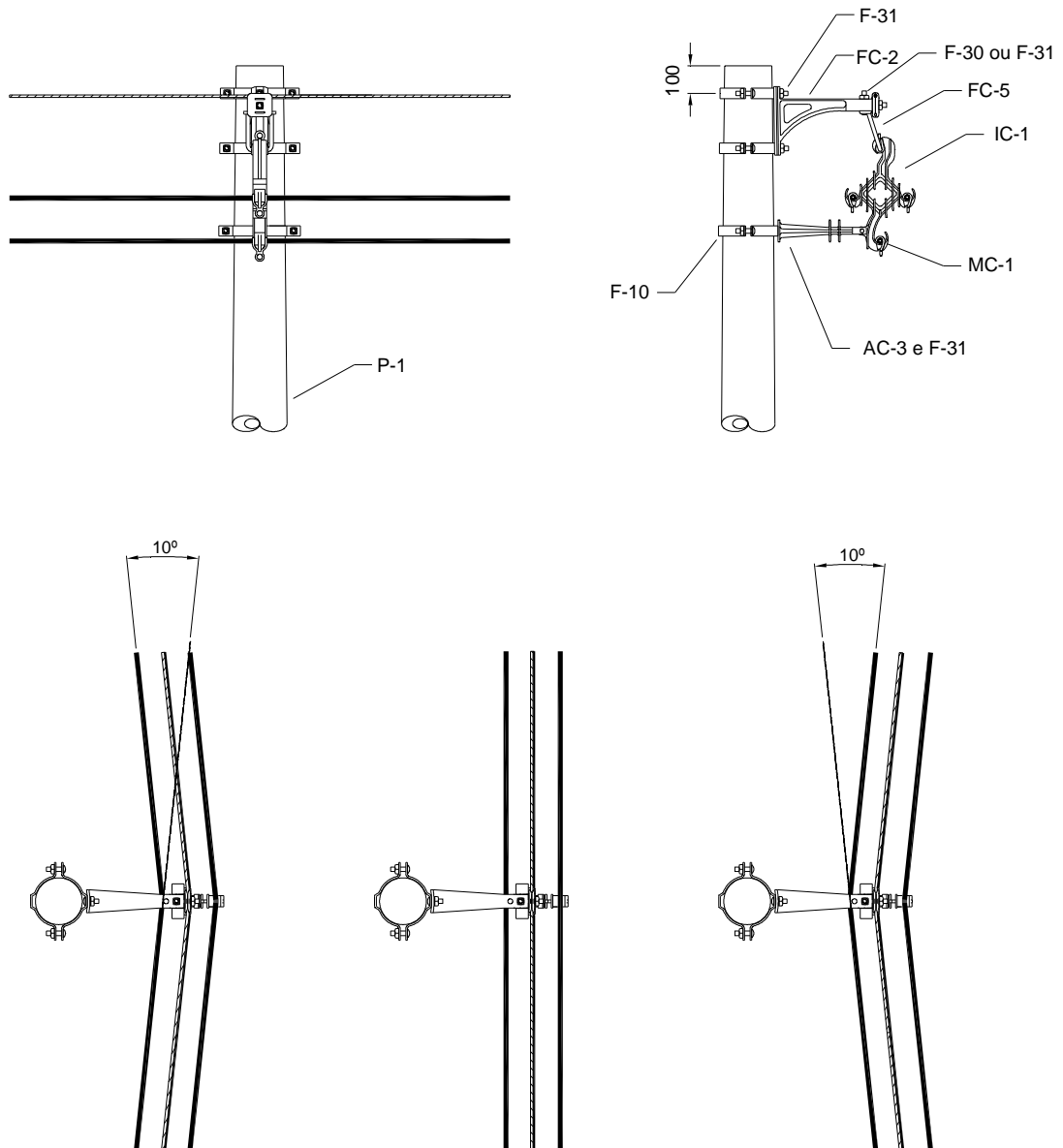
Para ligação das chaves fusíveis de transformadores de distribuição e dos para-raios à rede de média tensão, deve ser utilizado cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075 – Cabos Cobertos para Redes de Distribuição Aérea Compacta em Espaçadores.

Para maior segurança em eventual troca de transformadores, recomenda-se ser retirado o grampo de linha viva de conexão da chave fusível a rede.



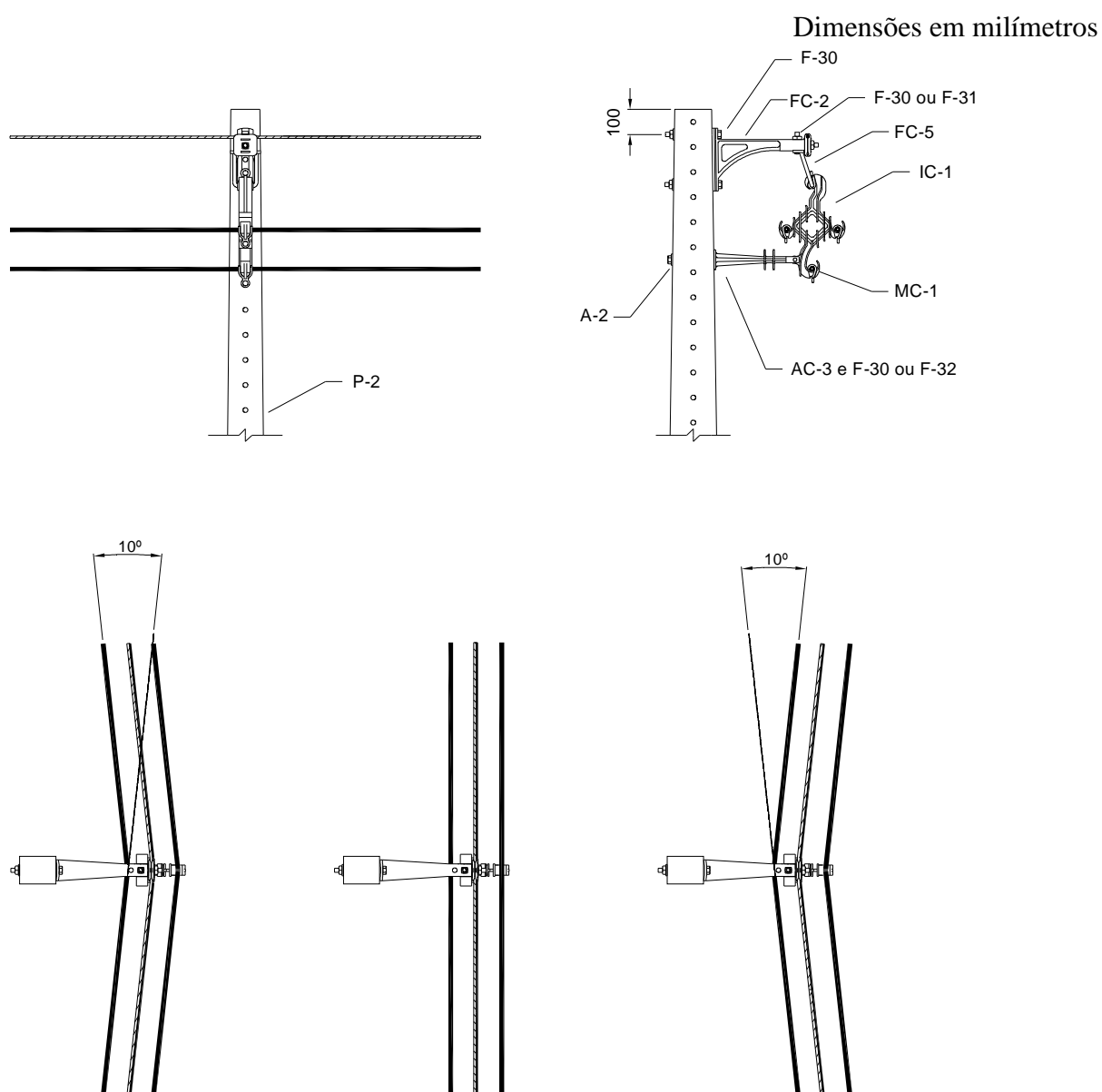
CE 1A – Estrutura para Vão em Tangência com Braço Antibalanço

Dimensões em milímetros



NOTA – Esta estrutura é utilizada para vão com ângulo de deflexão máximo de 10°.

Figura 10 – Estrutura CE1A – Poste de concreto de seção circular

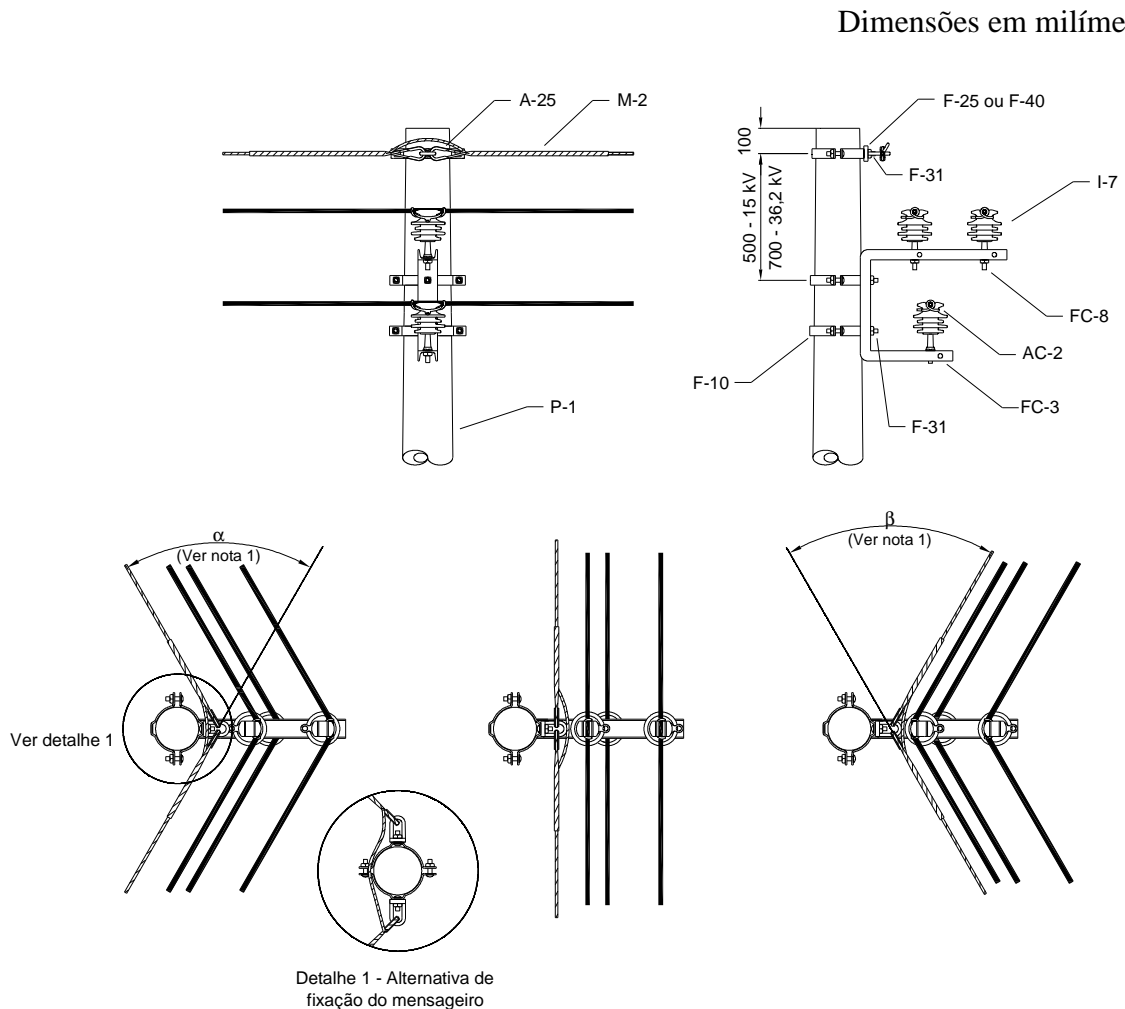


Lista de materiais CE1A							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	3	Arruela quadrada	FC-2	1	1	Braço tipo L
AC-3		1	Braço antibalanco	FC-5	1	1	Estribo para braço tipo L
F-10	3	-	Cinta para poste circular	IC-1	1	1	Espaçador losangular
F-30	1	4	Parafuso cabeça quadrada	MC-1	4	4	Anel de amarração para espaçador
F-31	4	1	Parafuso cabeça abaulada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-32	-	1	Parafuso rosca dupla	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA – Esta estrutura deve ser utilizada para vão com ângulo de deflexão máximo de 10°.

Figura 11 – Estrutura CE1A – Poste de concreto de seção DT

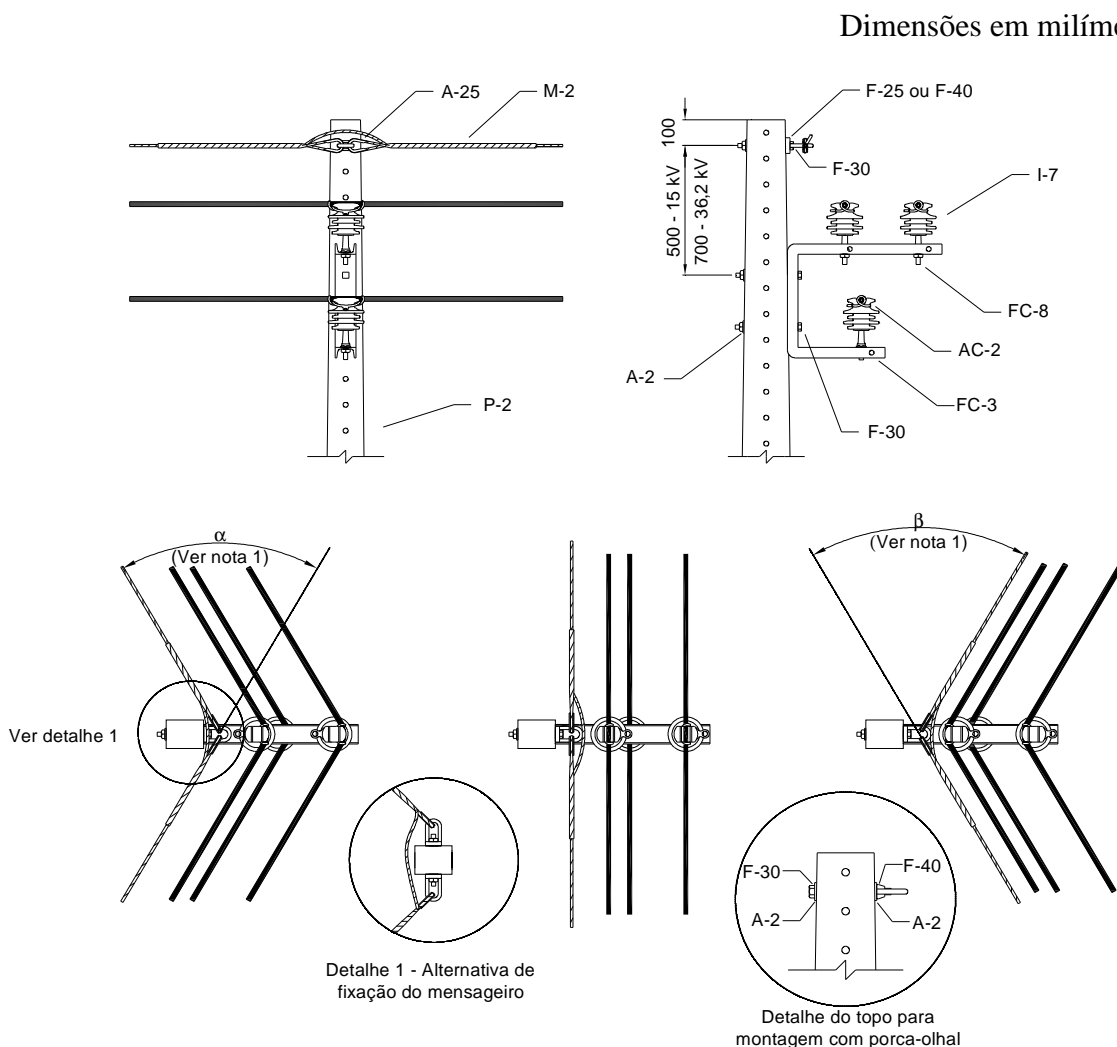
5.7.1. CE 2 - Estrutura para Vãos com Deflexões de 10° a 60° ou 90°



NOTA 1 – Para condutores fase com seção até 70mm², pode-se utilizar deflexões de até 90°. Para condutores com seção superior, a deflexão máxima deve ser de 60°.

NOTA 2 – O cabo mensageiro não pode ficar em contato com o poste ou as ferragens, sendo assim, onde for necessário, deve-se utilizar a alternativa de fixação do mensageiro apresentada no Detalhe 1.

Figura 12 – Estrutura CE2 – Poste de concreto de seção circular



Lista de materiais CE2							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	3	Arruela quadrada	F-40	1	1	Porca-olhal
A-25	2	2	Sapatilha	FC-3	1	1	Braço tipo C
AC-2	3	3	Anel de amarração para isolador	FC-8	3	3	Pino curto para isolador polimérico
F-10	3	-	Cinta para poste circular	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
F-25	1	1	Olhal para parafuso	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-30	-	3	Parafuso cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	3	-	Parafuso cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA 1 – Para condutores fase com seção até 70mm² pode-se utilizar deflexões de até 90°, para condutores com seção superior a deflexão máxima deve ser de 60°.

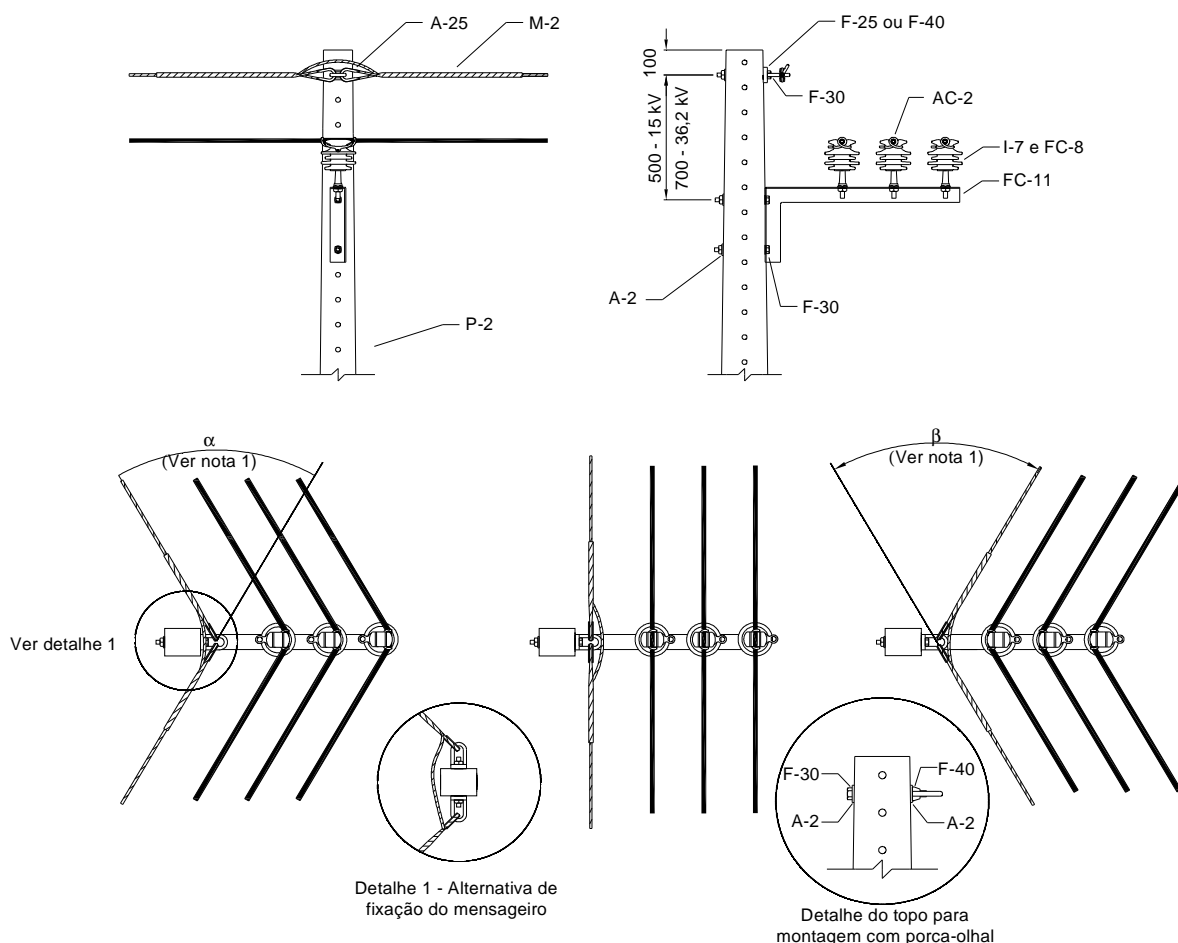
NOTA 2 – O cabo mensageiro não pode ficar em contato com o poste ou ferragens. Sendo assim, onde for necessário, deve-se utilizar a alternativa de fixação do mensageiro apresentada no Detalhe 1.

Figura 13 – Estrutura CE2 – Poste de concreto de seção DT

PADRONIZAÇÃO	APROVAÇÃO	ELABORAÇÃO	VISTO
ASAD	RES. DDI N° 127/2015 - 18/12/2015	DVEN	DPEP



Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE2-SH							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	3	Arruela quadrada	F-40	1	1	Porca-olhal
A-25	2	2	Sapatilha	FC-8	3	3	Pino curto para isolador polimérico
AC-2	3	3	Anel de amarração	FC-11	1	1	Suporte Horizontal
F-10	3	-	Cinta para poste circular	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
F-25	1	1	Olhal para parafuso	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-30	-	3	Parafuso cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	3	-	Parafuso cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA 1 – Para condutores fase com seção até 70mm², pode-se utilizar deflexões de até 90°. Para condutores com seção superior, a deflexão máxima deve ser de 60°.

NOTA 2 – O cabo mensageiro não pode ficar em contato com o poste ou ferragens. Sendo assim, onde for necessário, deve-se utilizar a alternativa de fixação do mensageiro apresentada no detalhe 1.

NOTA 3 – A montagem da estrutura CE2 com suporte horizontal é utilizada para facilitar as conexões em uma derivação ou instalação de equipamentos, por exemplo, chave faca NA para manobra de alimentadores.

Figura 15 – Estrutura CE2-SH – Poste de Concreto de seção duplo T



5.7.3. CE 3 – Estrutura para Fim de Rede

Dimensões em milímetros

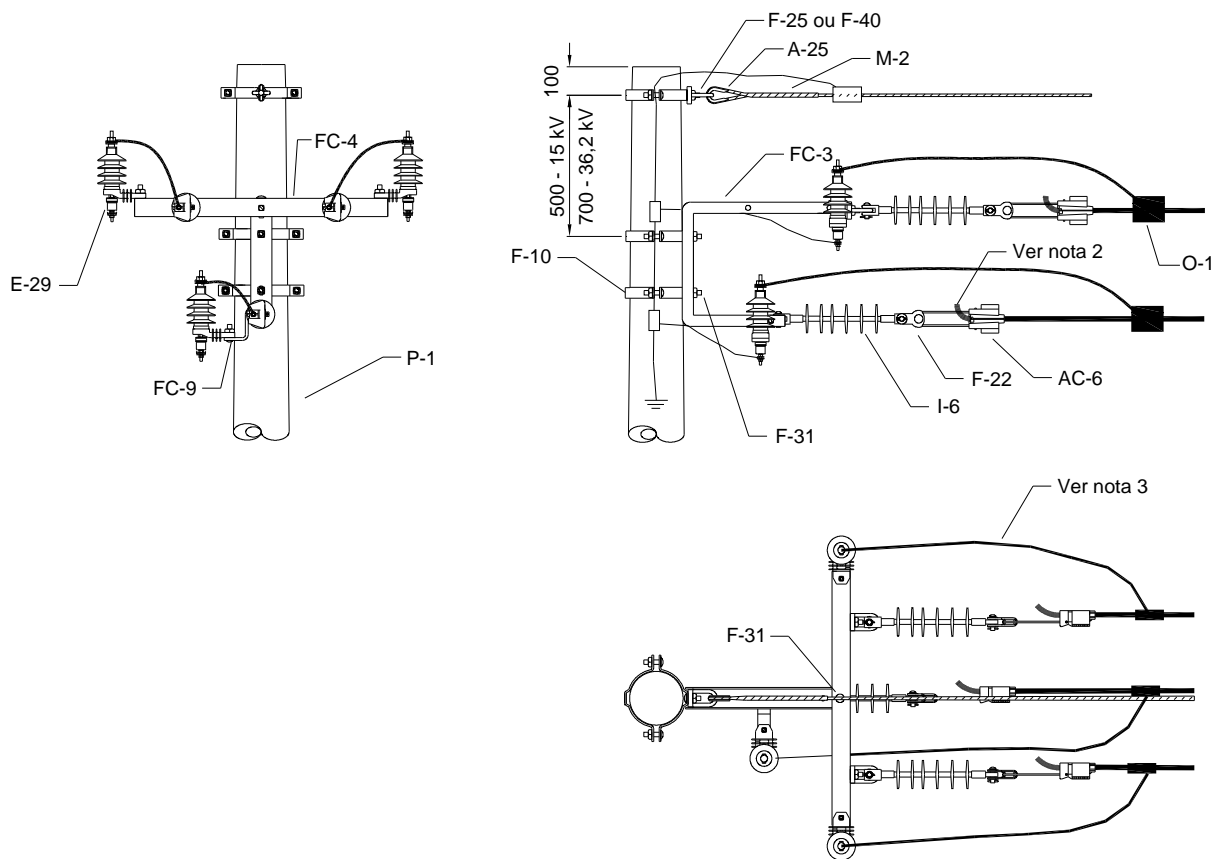
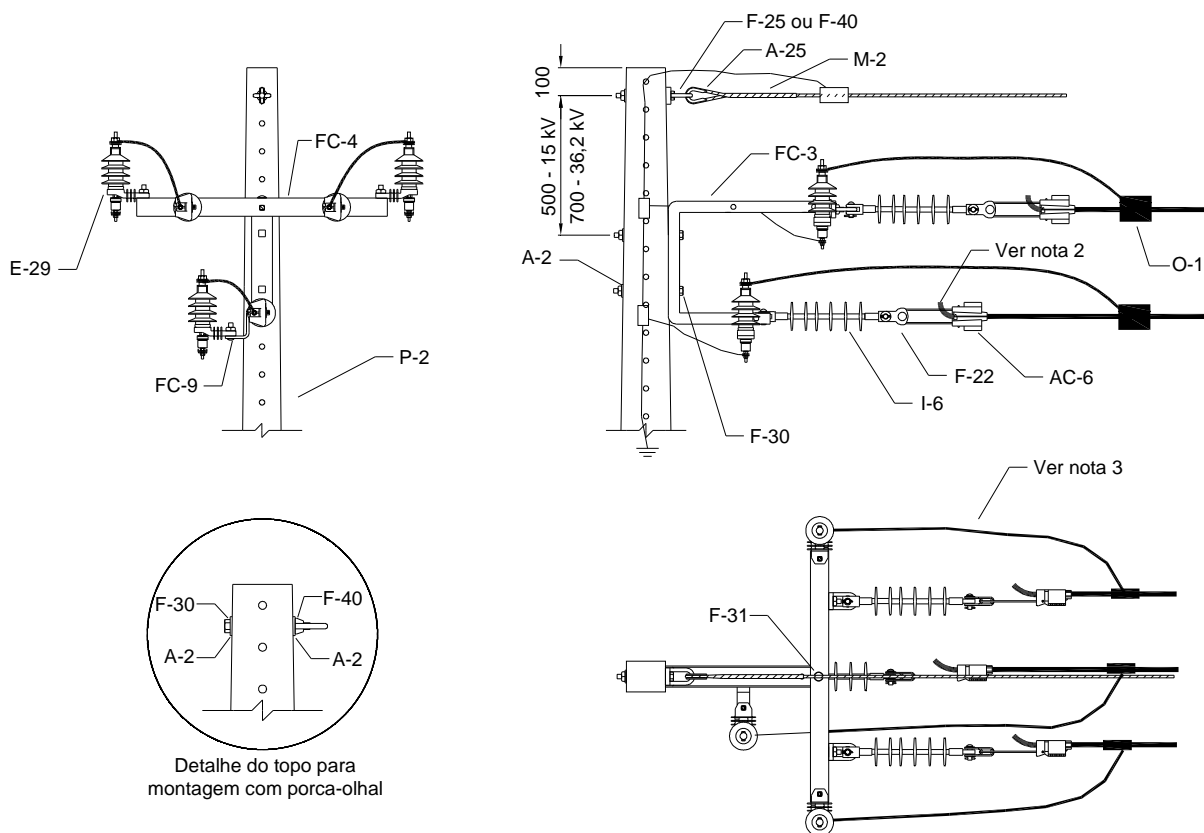


Figura 16 – Estrutura CE3 – Poste de Concreto Circular



Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE3							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	3	Arruela quadrada	F-40	3	3	Porca olhal
A-25	1	1	Sapatilha	FC-3	1	1	Braço tipo C
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	FC-4	1	1	Cantoneira auxiliar braço tipo C
E-29	3	3	Para-raios	FC-9	1	1	Suporte Z
F-10	3	-	Cinta para poste circular	I-6	3	3	Isolador bastão polimérico
F-22	3	3	Manilha-sapatilha	M-2	1	1	Alça pré-formada de estai
F-25	3	3	Olhal para parafuso	O-2	3	3	Conector cunha
F-30	-	3	Parafuso cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	6	3	Parafuso cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA 1 – Esta estrutura é utilizada para fim de rede e deve ser instalada com para-raios. Apenas em derivações e nos casos estabelecidos no item 5.7., a estrutura CE3 pode ser instalada sem para-raios.

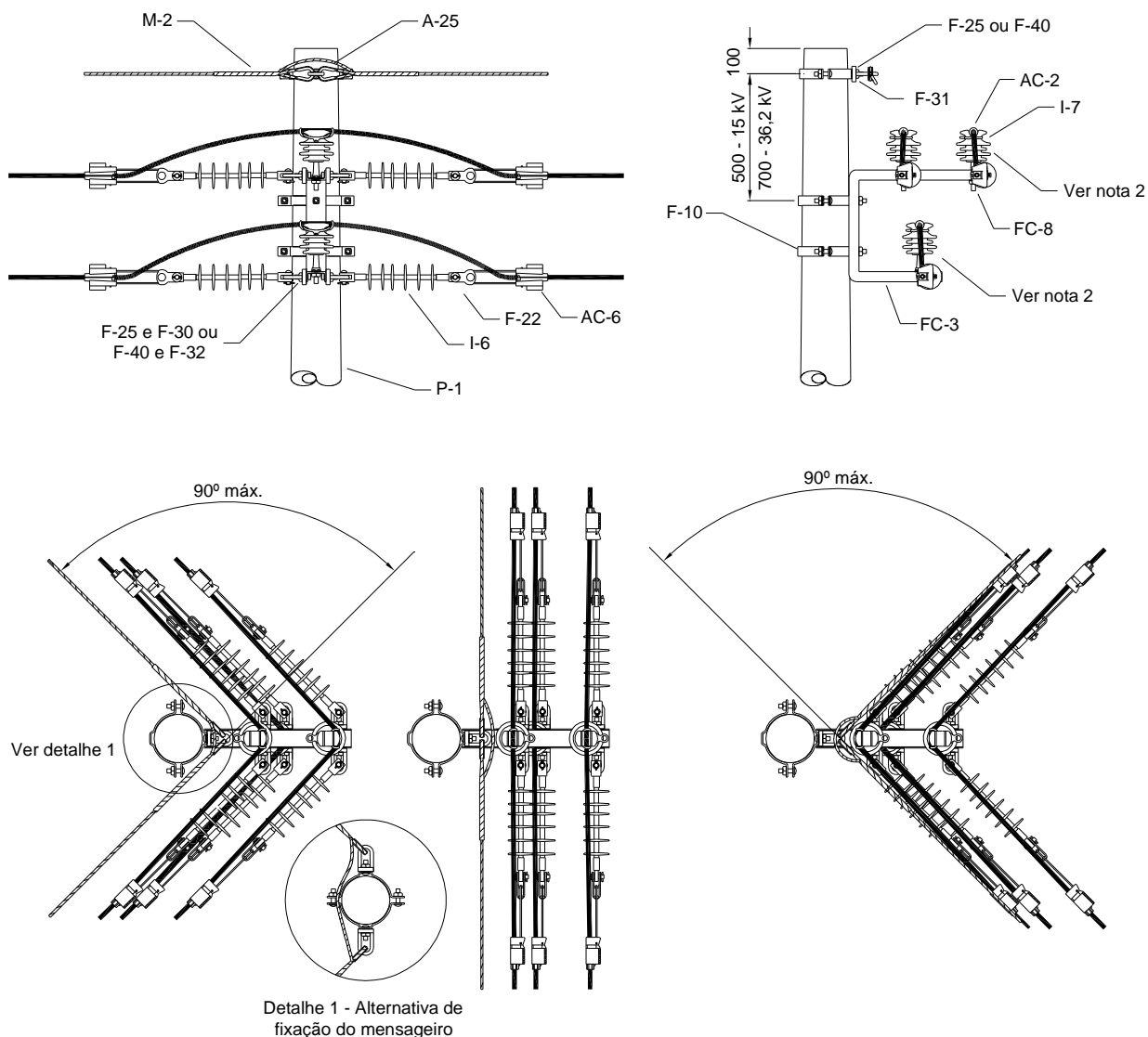
NOTA 2 – Deve ser feita a recomposição da cobertura nas pontas dos cabos conforme 5.11.2.

NOTA 3 Utilizar cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 17 – Estrutura CE3 – Poste de concreto de seção DT

5.7.4. CE 4 – Estrutura para Vão com Deflexões de 60° a 90° ou Ancorado

Dimensões em milímetros



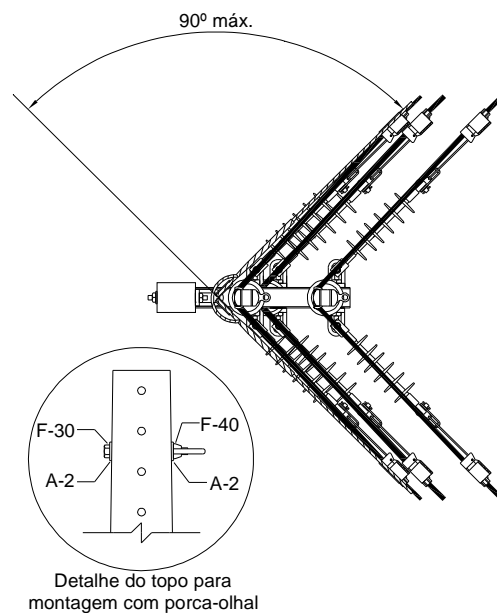
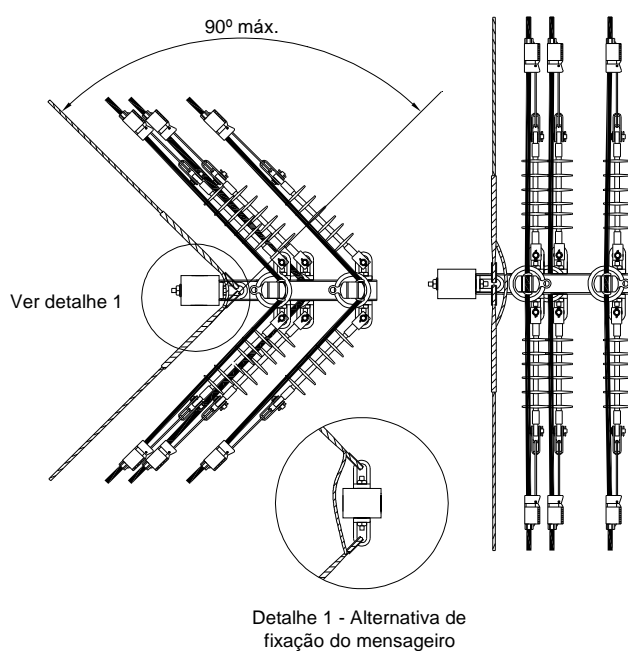
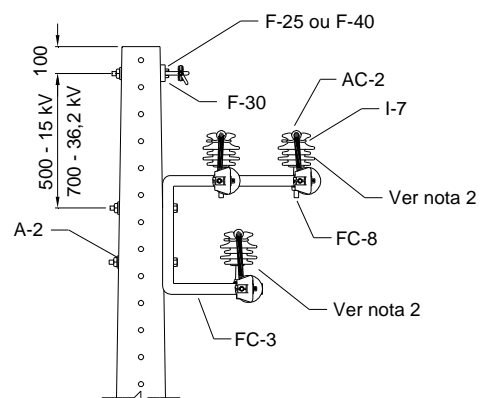
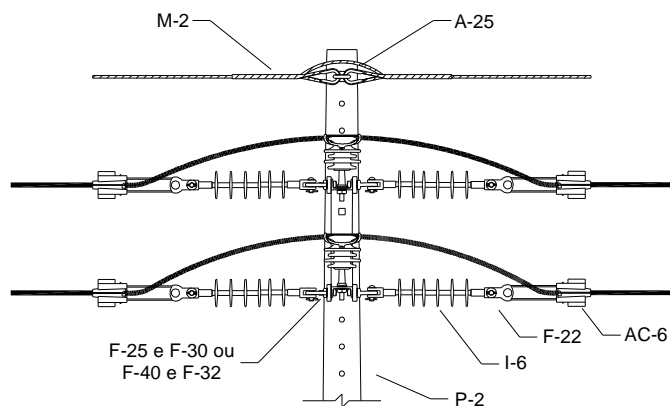
NOTA 1 – Esta estrutura é utilizada para vão em deflexão com ângulo compreendido entre 60° e 90° ou para ancorar a rede primária, se necessário.

NOTA 2 – O cabo mensageiro não pode ficar em contato com o poste ou ferragens. Sendo assim, onde for necessário, deve-se utilizar a alternativa de fixação do mensageiro apresentada no detalhe 1.

NOTA 3 – No caso de deflexão externa (ângulo oposto ao poste), os isoladores tipo pino poliméricos das fases mais afastadas dos postes podem ser eliminados.

Figura 18 – Estrutura CE4 – Poste de concreto de seção circular

Dimensões em milímetros





Lista de materiais CE4							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	1	3	Arruela quadrada	F-40	7	7	Porca-olhal
A-25	2	2	Sapatilha	FC-3	1	1	Braço tipo C
AC-2	3	3	Anel de amarração	FC-8	3	3	Pino curto para isolador
AC-6	6	6	Grampo ancoragem polimérico	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
F-10	3	-	Cinta para poste circular	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-25	7	7	Olhal para parafuso	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-30	6	9	Parafuso cabeça quadrada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-31	3	-	Parafuso cabeça abaulada				

NOTA 1 – Esta estrutura é utilizada para vão em deflexão com ângulo compreendido entre 60° e 90° ou para ancorar a rede primária, se necessário.

NOTA 2 – O cabo mensageiro não pode ficar em contato com o poste ou ferragens. Sendo assim, onde for necessário, deve-se utilizar a alternativa de fixação do mensageiro apresentada no detalhe 1.

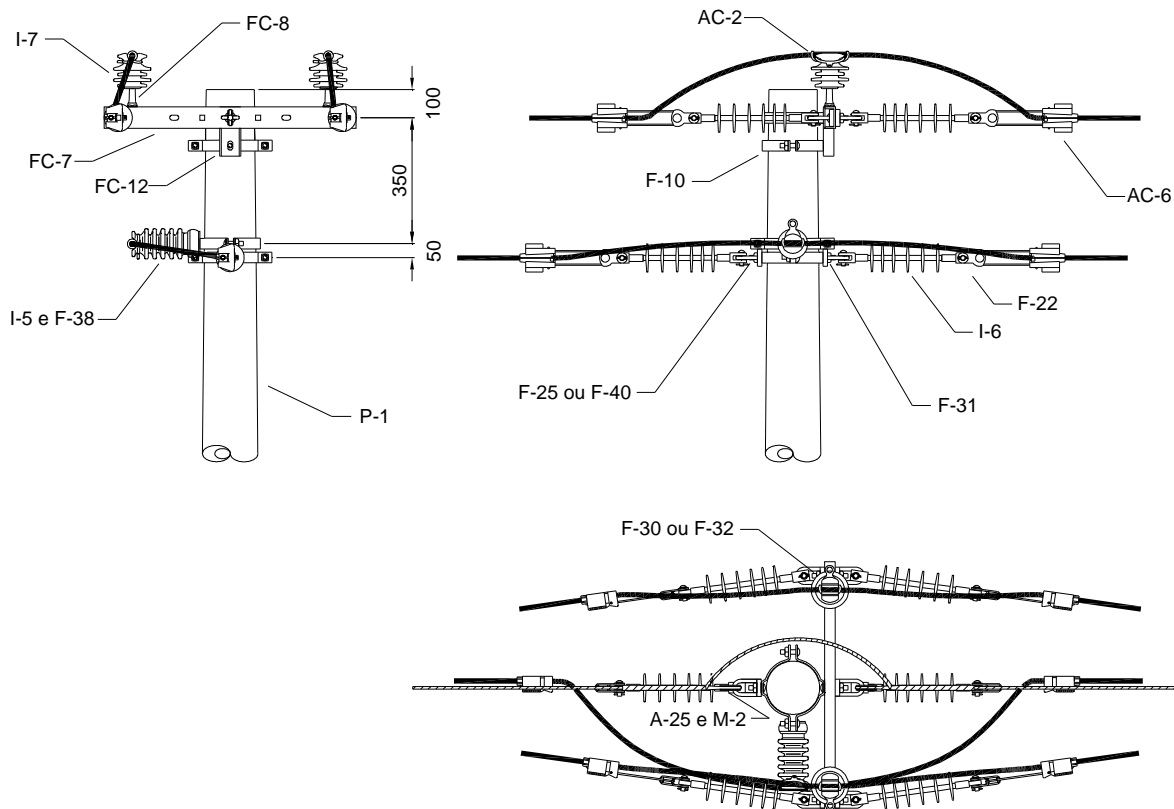
NOTA 3 – No caso de deflexão externa (ângulo oposto ao poste), os isoladores tipo pino poliméricos das fases mais afastadas dos postes podem ser eliminados.

Figura 19 – Estrutura CE4 – Poste de concreto de seção DT



5.7.5. CE 4-PU – Estrutura para Vão com Deflexões de 60° a 90° ou Ancorado com Perfil U

Dimensões em milímetros

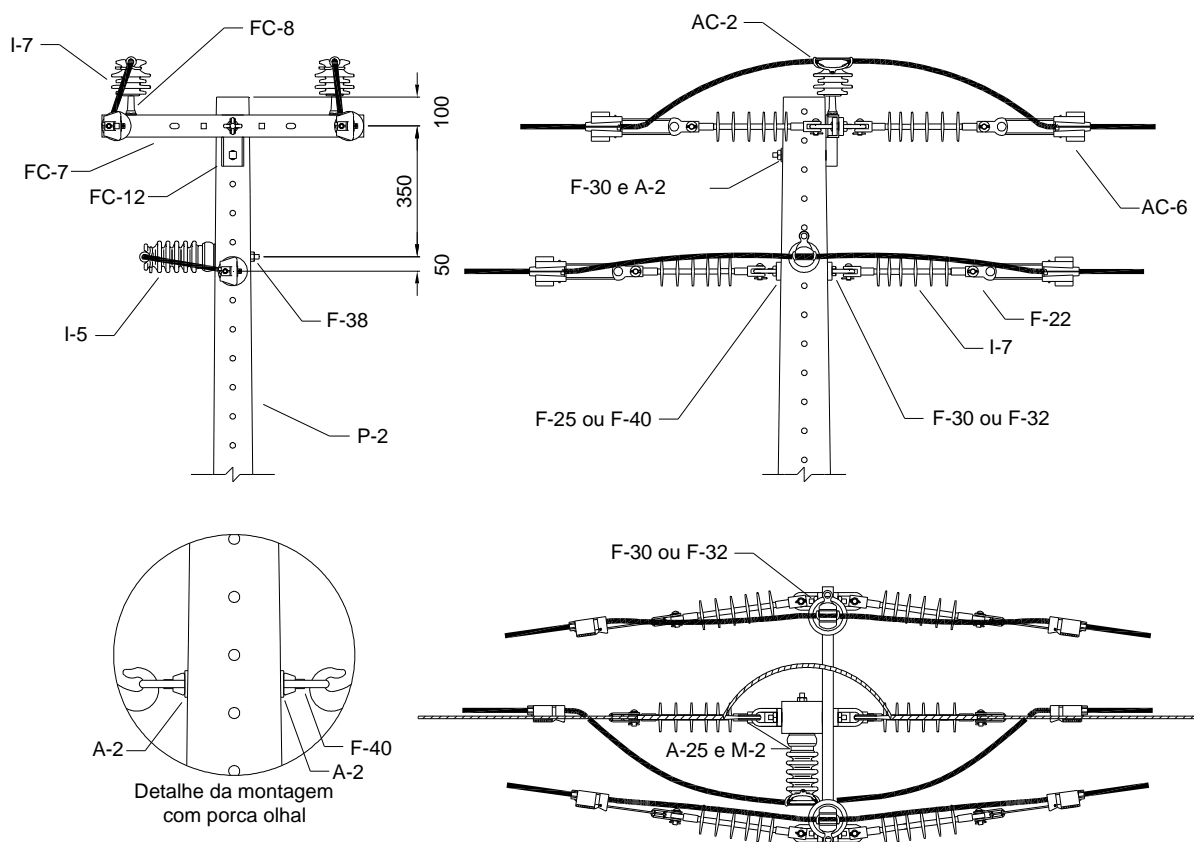


NOTA 1 – Esta estrutura é utilizada para vão em deflexão com ângulo compreendido entre 60° e 90° ou para ancorar a rede primária, se necessário.

NOTA 2 – Esta estrutura só deve ser utilizada quando não existir previsão de passagem de outro circuito pela mesma posteação.

Figura 20 – Estrutura CE4-PU – Poste de concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE4-PU

Lista de materiais CE4-PU							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	3	Arruela quadrada	F-40	7	7	Porca olhal
A-25	2	2	Sapatilha	FC-7	1	1	Perfil U
AC-2	3	3	Anel de amarração para isolador	FC-8	2	2	Pino curto para isolador
AC-6	6	6	Grampo ancoragem polimérico	FC-12	1	1	Fixador de perfil U
F-10	4	-	Cinta para poste circular	I-5	1	1	Isolador Pilar
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
F-25	7	7	Olhal para parafuso	I-7	2	2	Isolador de pino polimérico
F-30	2	6	Parafuso cabeça quadrada	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-31	5	-	Parafuso cabeça abaulada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-38	1	1	Pino para isolador pilar	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA 1 – Esta estrutura é utilizada para vão em deflexão com ângulo compreendido entre 60° e 90° ou para ancorar a rede primária, se necessário.

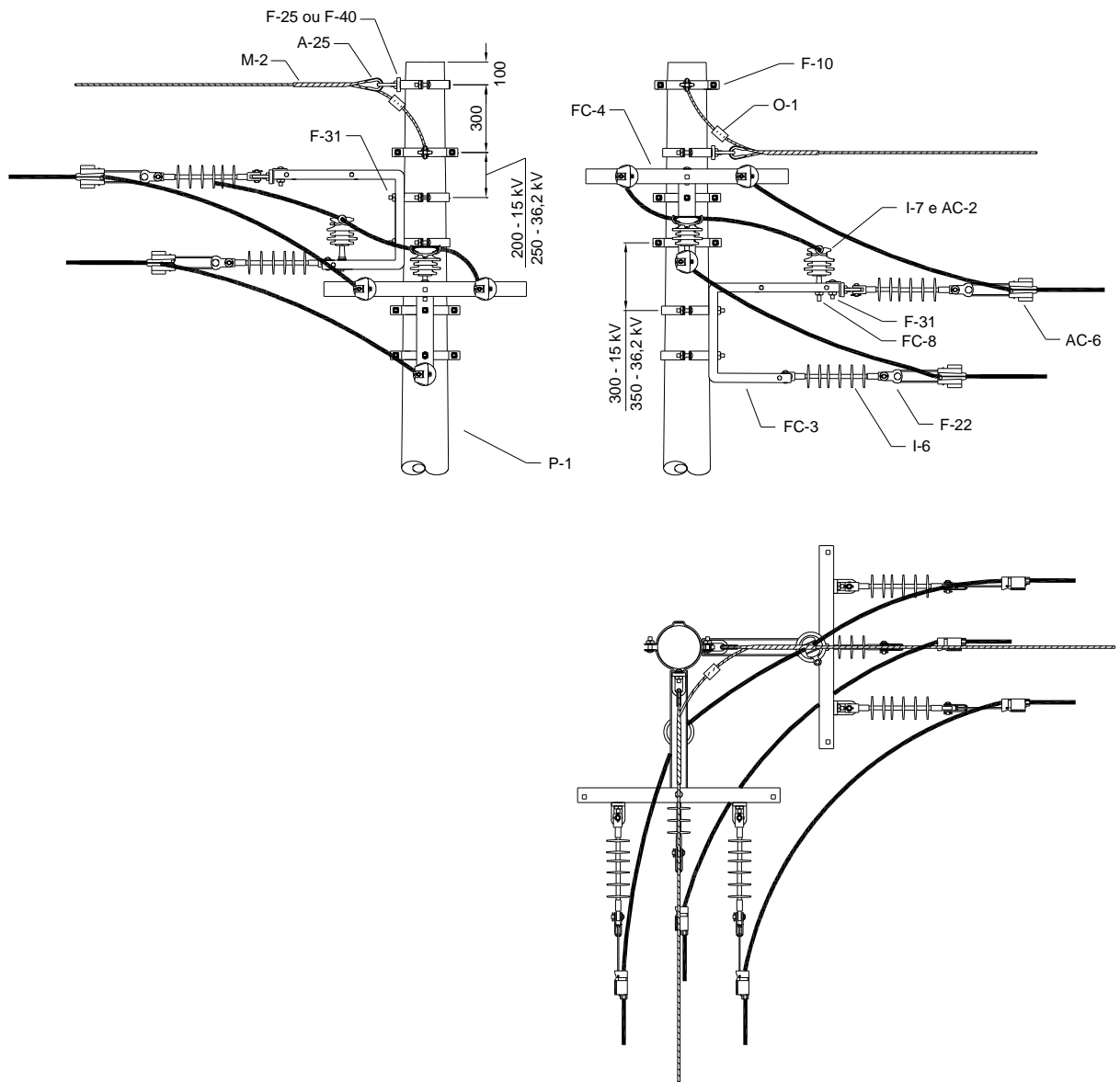
NOTA 2 – Esta estrutura só deve ser utilizada quando não existir previsão de passagem de outro circuito pela mesma postação.

Figura 21 – Estrutura CE4-PU – Poste de concreto de seção DT



5.7.6. CE3-CE3 – Estrutura para Deflexões Maiores que 90°

Dimensões em milímetros

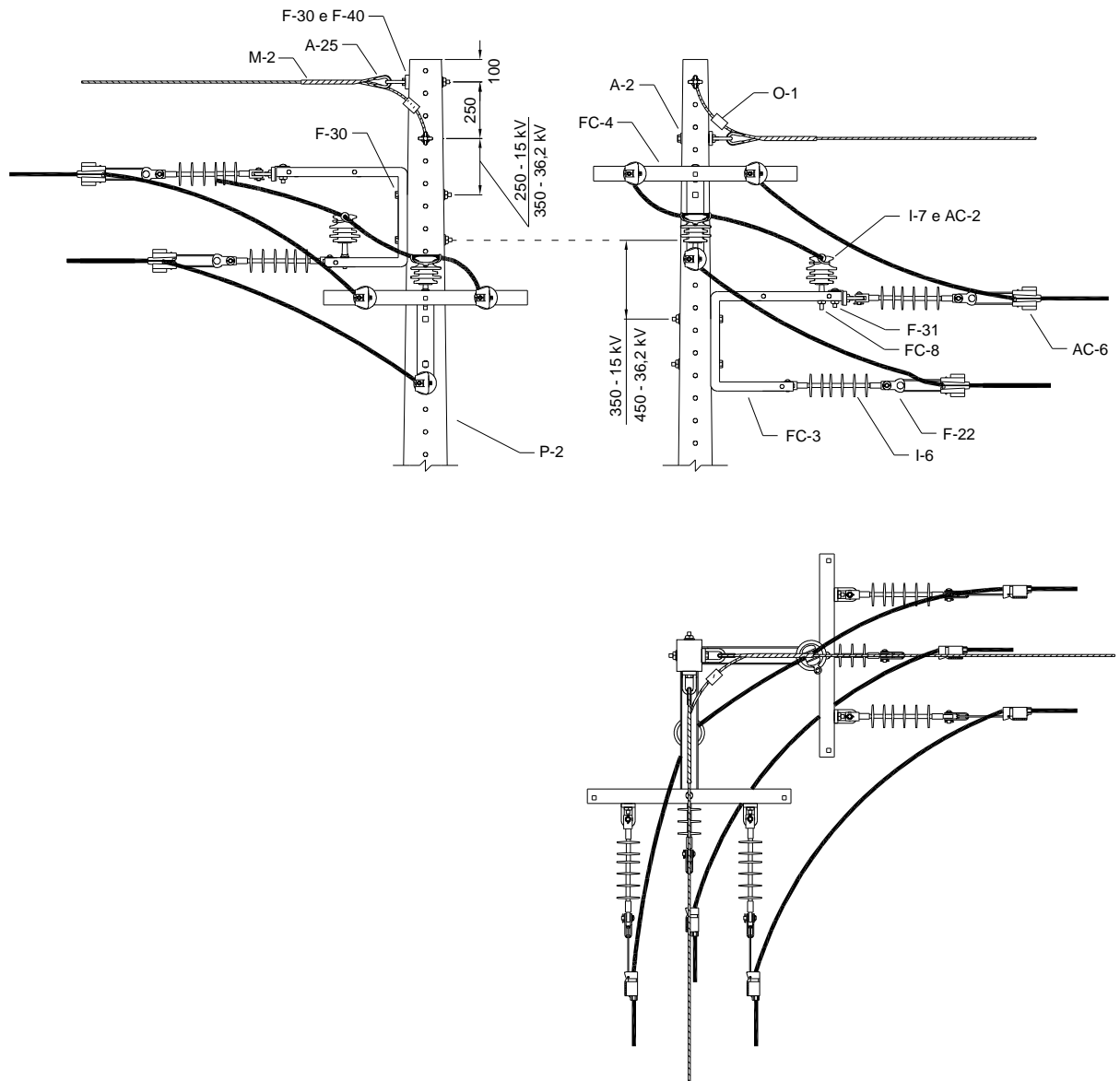


NOTA – Esta estrutura é utilizada para deflexões maiores que 90°

Figura 22 – Estrutura CE3-CE3 - Poste de Concreto de seção circular



Dimensões em milímetros





Lista de materiais CE3-CE3							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	6	Arruela quadrada	FC-3	2	2	Braço tipo C
A-25	2	2	Sapatilha	FC-4	2	2	Cantoneira auxiliar para braço tipo C
AC-2	2	2	Anel de amarração para isolador	FC-8	2	2	Pino curto para isolador
AC-6	6	6	Grampo ancoragem polimérico	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
F-10	7	-	Cinta para poste circular	I-7	2	2	Isolador de pino polimérico
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-25	6	6	Olhal para parafuso	O-1	1	1	Conector cunha de alumínio
F-30	-	6	Parafuso de cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	12	6	Parafuso de cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-40	6	6	Porca-olhal				

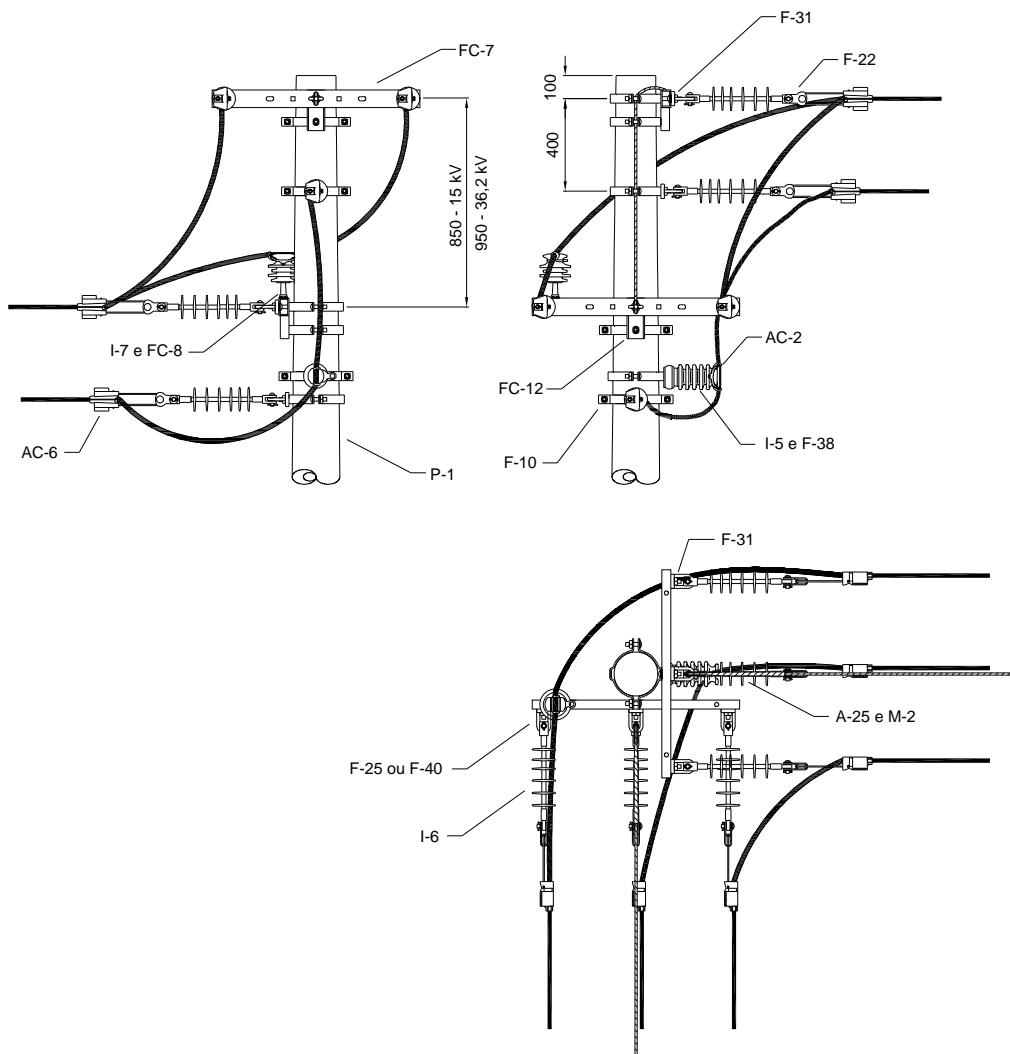
NOTA – Esta estrutura é utilizada para deflexões maiores que 90°

Figura 23 – Estrutura CE3-CE3 – Poste de Concreto de seção DT



5.7.7. CE3-CE3-PU – Estrutura para Deflexões Maiores que 90°

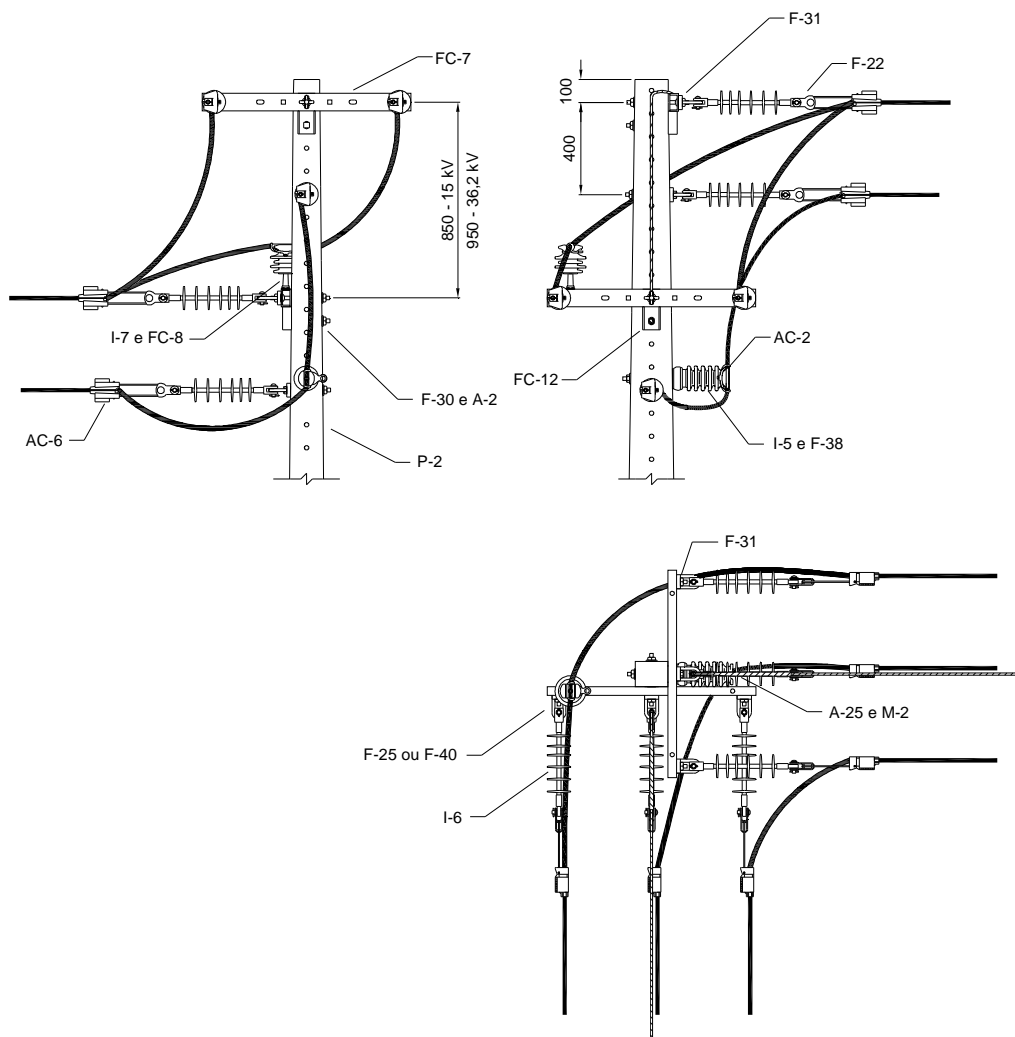
Dimensões em milímetros



NOTA – Esta estrutura é utilizada para deflexões maiores que 90°

Figura 24 – Estrutura CE3-CE3-PU – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE3-CE3-PU							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	7	Arruela quadrada	F-40	8	8	Porca-olhal
A-25	2	2	Sapatilha	FC-7	2	2	Perfil U
AC-2	2	2	Anel de amarração para isolador	FC-8	1	1	Pino curto para isolador
AC-6	6	6	Grampo ancoragem polimérico	FC-12	2	2	Fixador de perfil U
F-10	7	-	Cinta para poste circular	I-5	1	1	Isolador pilar
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
F-25	8	8	Olhal para parafuso	I-7	1	1	Isolador de pino polimérico
F-30	-	6	Parafuso de cabeça quadrada	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-31	10	4	Parafuso de cabeça abaulada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-38	1	1	Pino para isolador pilar	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA – Esta estrutura é utilizada para deflexões maiores que 90°

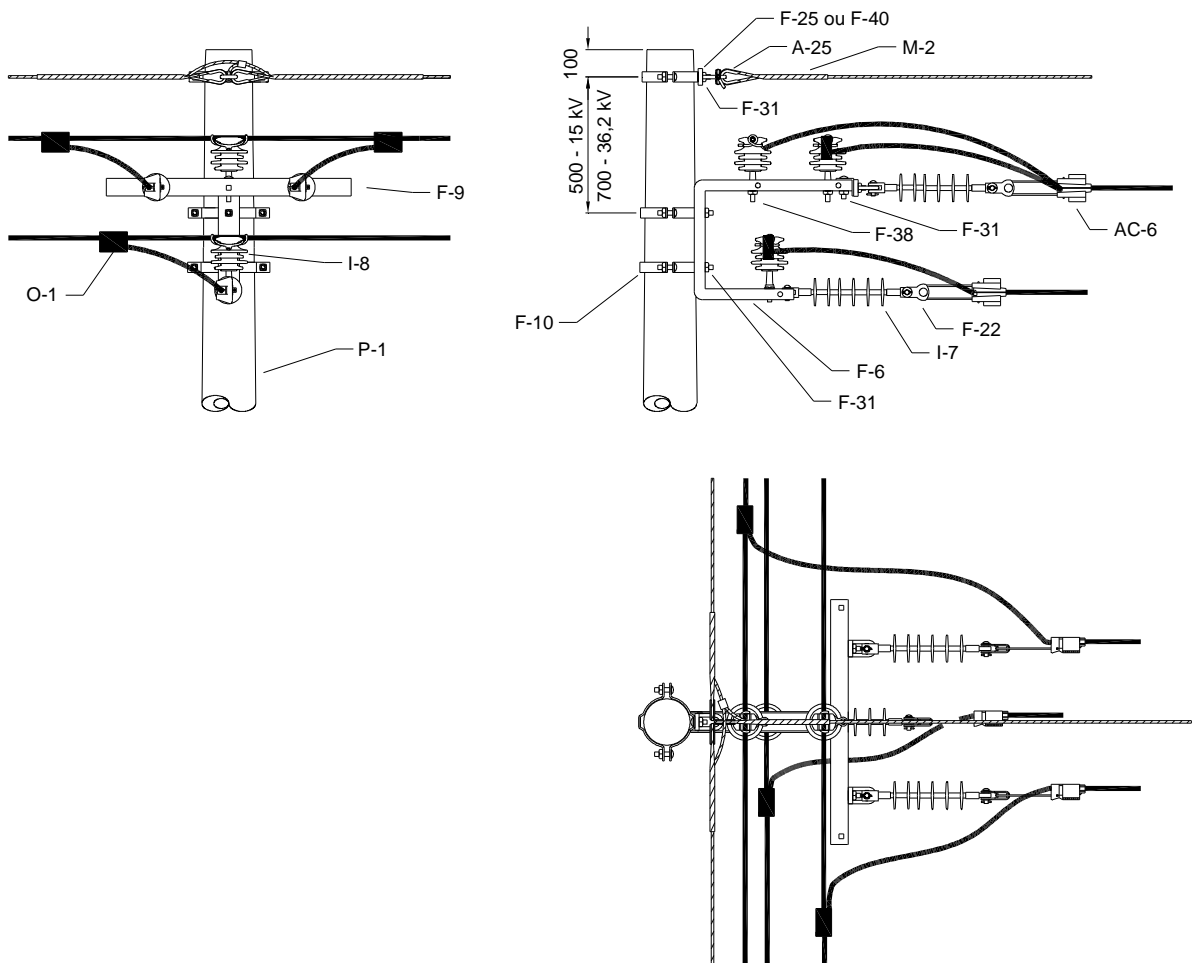
Figura 25 – Estrutura CE3-CE3-PU – Poste de Concreto de seção DT



5.8. Estruturas de derivação

5.8.1. CE 2.3 – Estrutura de Derivação para o Mesmo Lado da Rede

Dimensões em milímetros

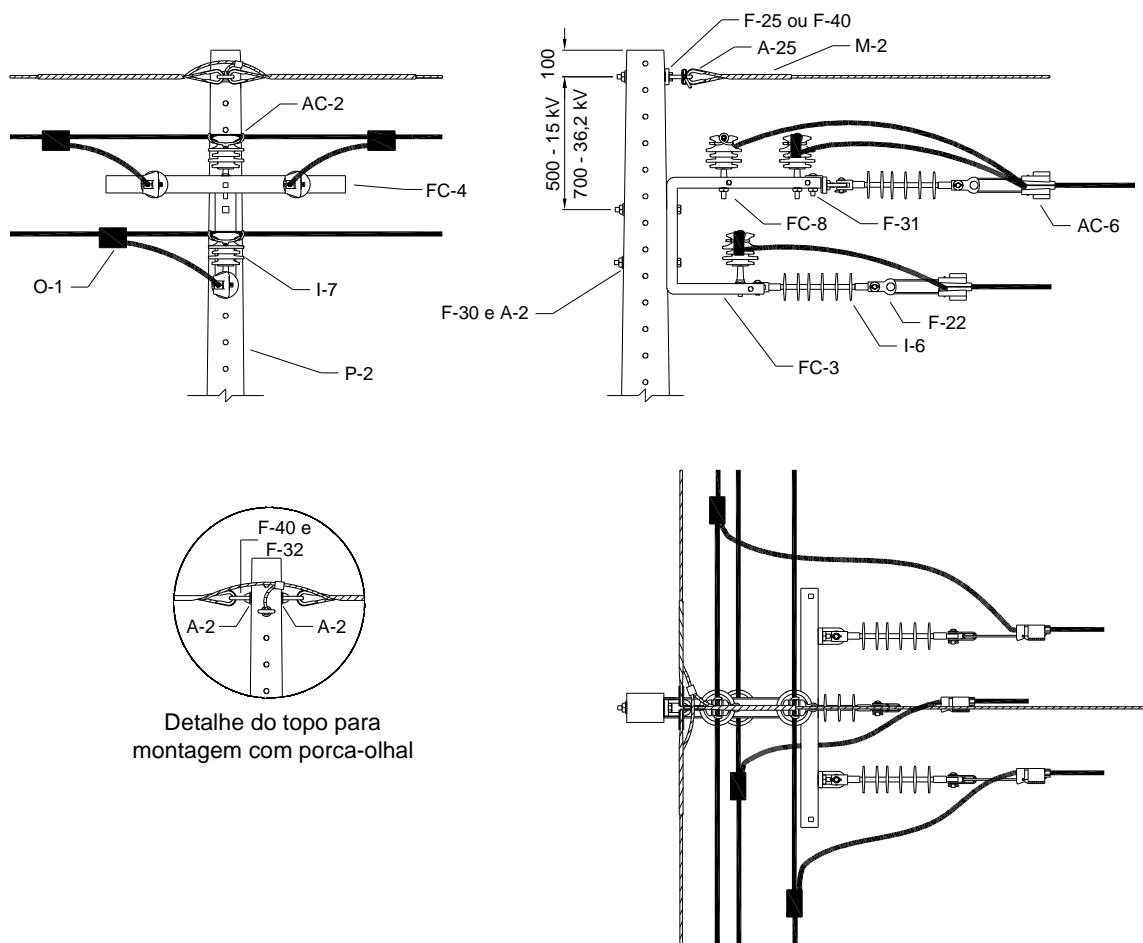


NOTA – Esta derivação somente deve ser realizada com cabos de mesma seção. Para condutores de seções distintas, deve ser utilizada a derivação da Figura 30.

Figura 26 – Estrutura CE2.3 – Poste de Concreto de seção circular



Dimensões em milímetros



Detalhe do topo para
montagem com porca-olhal

Lista de materiais CE2.3

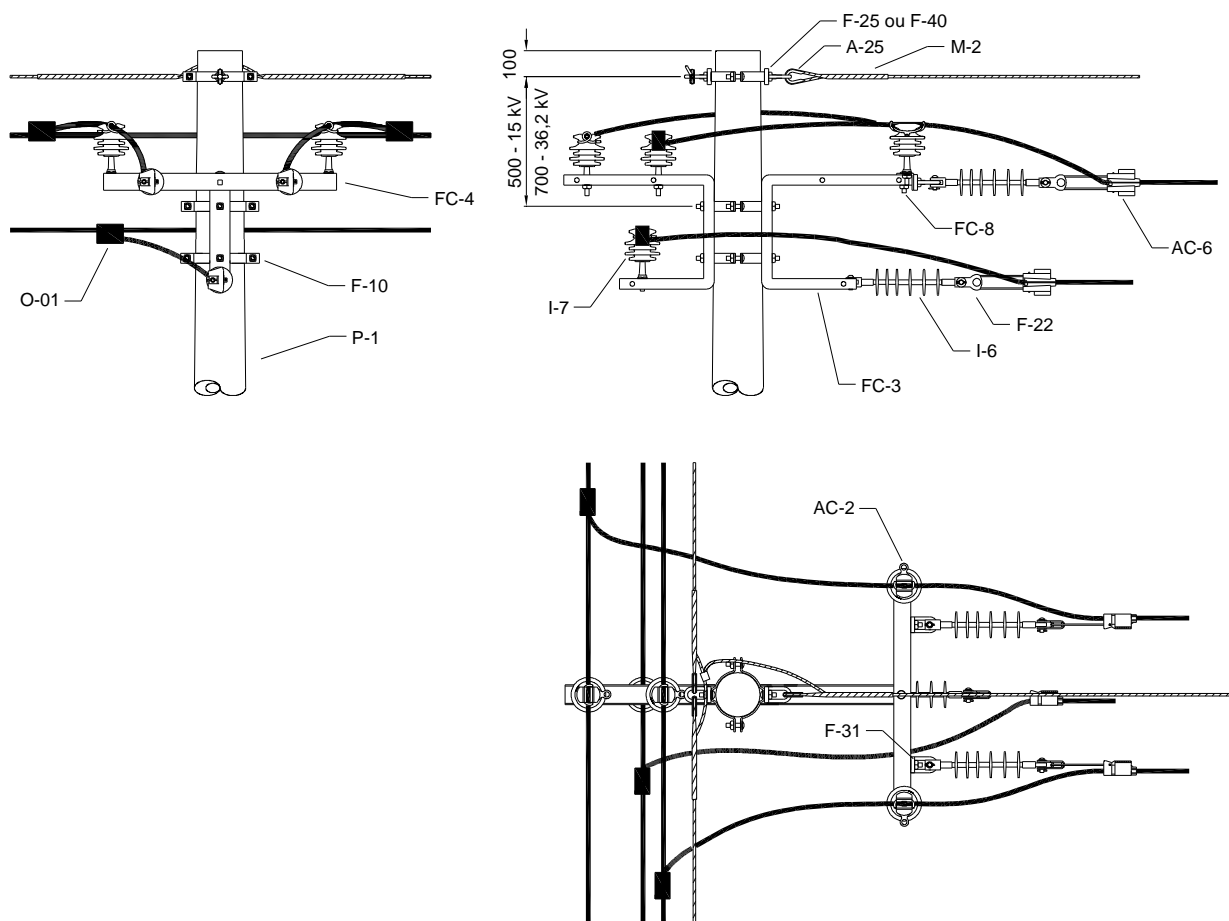
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	3	Arruela quadrada	FC-3	2	2	Braço tipo C
A-25	3	3	Sapatilha	FC-4	2	2	Cantoneira auxiliar para braço tipo C
AC-2	3	3	Anel de amarração para isolador	FC-8	3	3	Pino curto para isolador
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	I-6	3	3	Isolador bastão polimérico
F-10	3	-	Cinta para poste circular	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
F-22	3	3	Manilha-sapatilha	M-2	3	3	Alça pré-formada de estai
F-25	3	3	Olhal para parafuso	O-1	3	3	Conector cunha de alumínio
F-30	-	3	Parafuso de cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	6	3	Parafuso de cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-40	3	3	Porca-olhal				

NOTA – Esta derivação somente deve ser realizada com cabos de mesma seção. Para condutores de seções distintas, deve ser utilizada a derivação da Figura 31.

Figura 27 – Estrutura CE2.3 – Poste de Concreto de seção DT

5.8.2. CE2-CE3 – Estrutura de Derivação para o Lado Oposto da Rede

Dimensões em milímetros

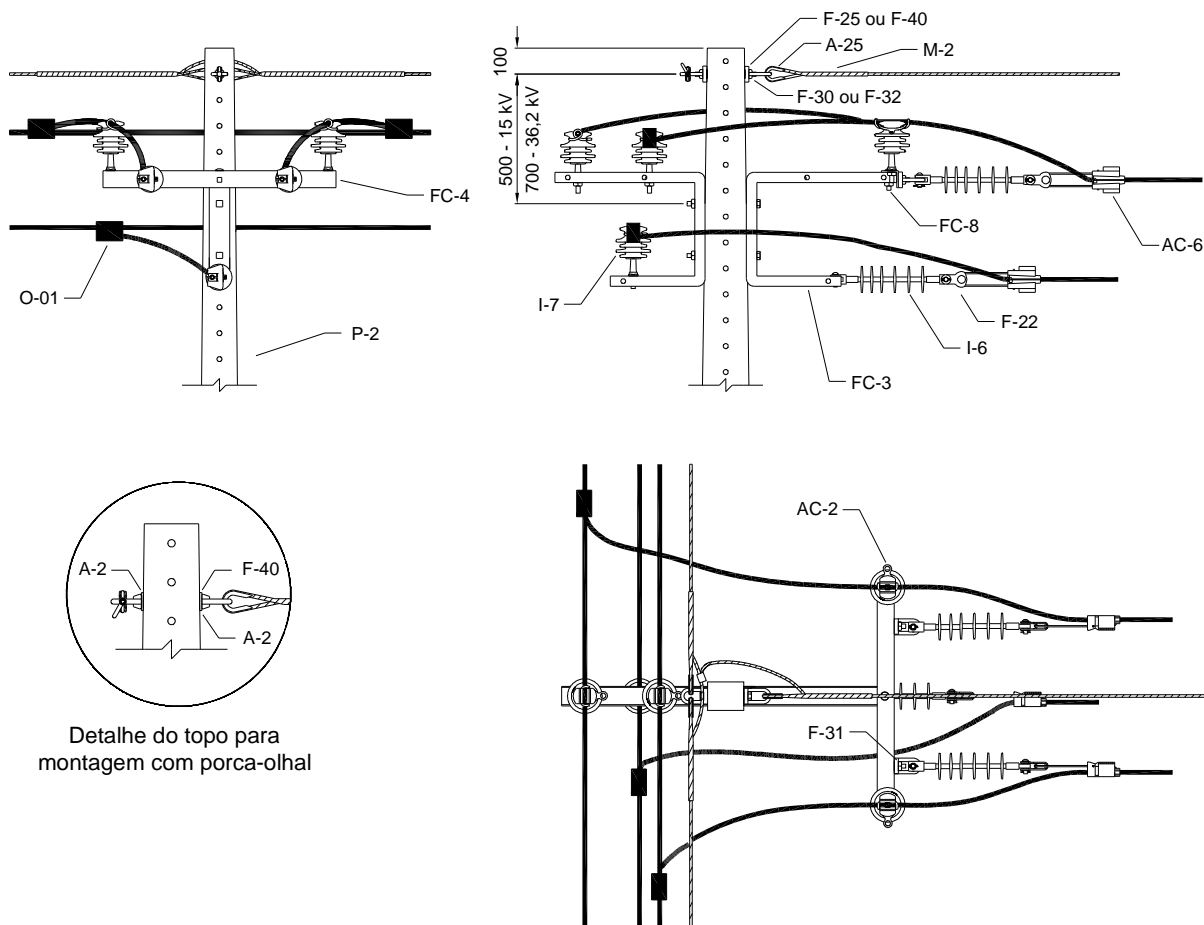


NOTA – Esta derivação somente deve ser realizada com cabos de mesma seção. Para condutores de seções distintas, deve ser utilizada a derivação da Figura 30.

Figura 28 – Estrutura CE2-CE3 – Poste de Concreto de seção circular



Dimensões em milímetros



Detalhe do topo para
montagem com porca-olhal

Lista de materiais CE2-CE3

Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-25	3	3	Sapatilha	FC-3	2	2	Braço tipo C
AC-2	5	5	Anel de amarração para isolador	FC-4	1	1	Cantoneira auxiliar para braço tipo C
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	FC-8	5	5	Pino curto para isolador
F-10	3	-	Cinta para poste circular	I-6	3	3	Isolador bastão polimérico
F-22	3	3	Manilha-sapatilha	I-7	5	5	Isolador de pino polimérico
F-25	2	2	Olhal para parafuso	M-2	3	3	Alça pré-formada de estai
F-30	-	3	Parafuso de cabeça quadrada	O-1	3	3	Conector cunha de alumínio
F-31	9	3	Parafuso de cabeça abaulada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-40	2	2	Porca-olhal	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA – Esta derivação somente deve ser realizada com cabos de mesma seção. Para condutores de seções distintas, deve ser utilizada a derivação da Figura 31.

Figura 29 – Estrutura CE2-CE3 – Poste de Concreto de seção DT

5.8.3. CE2-CE3 CF – Estrutura de Derivação com Chave Fusível

Dimensões em milímetros

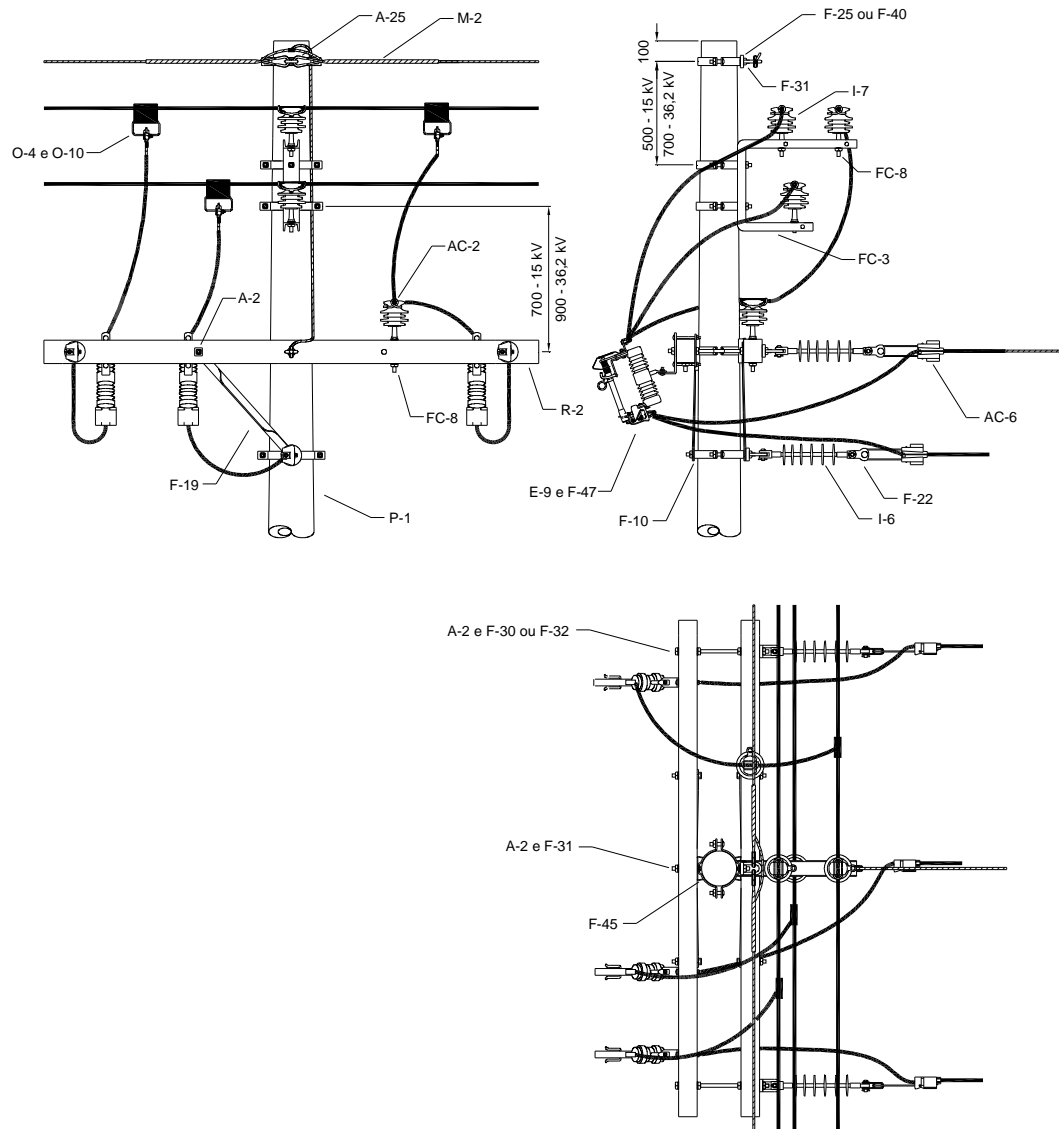
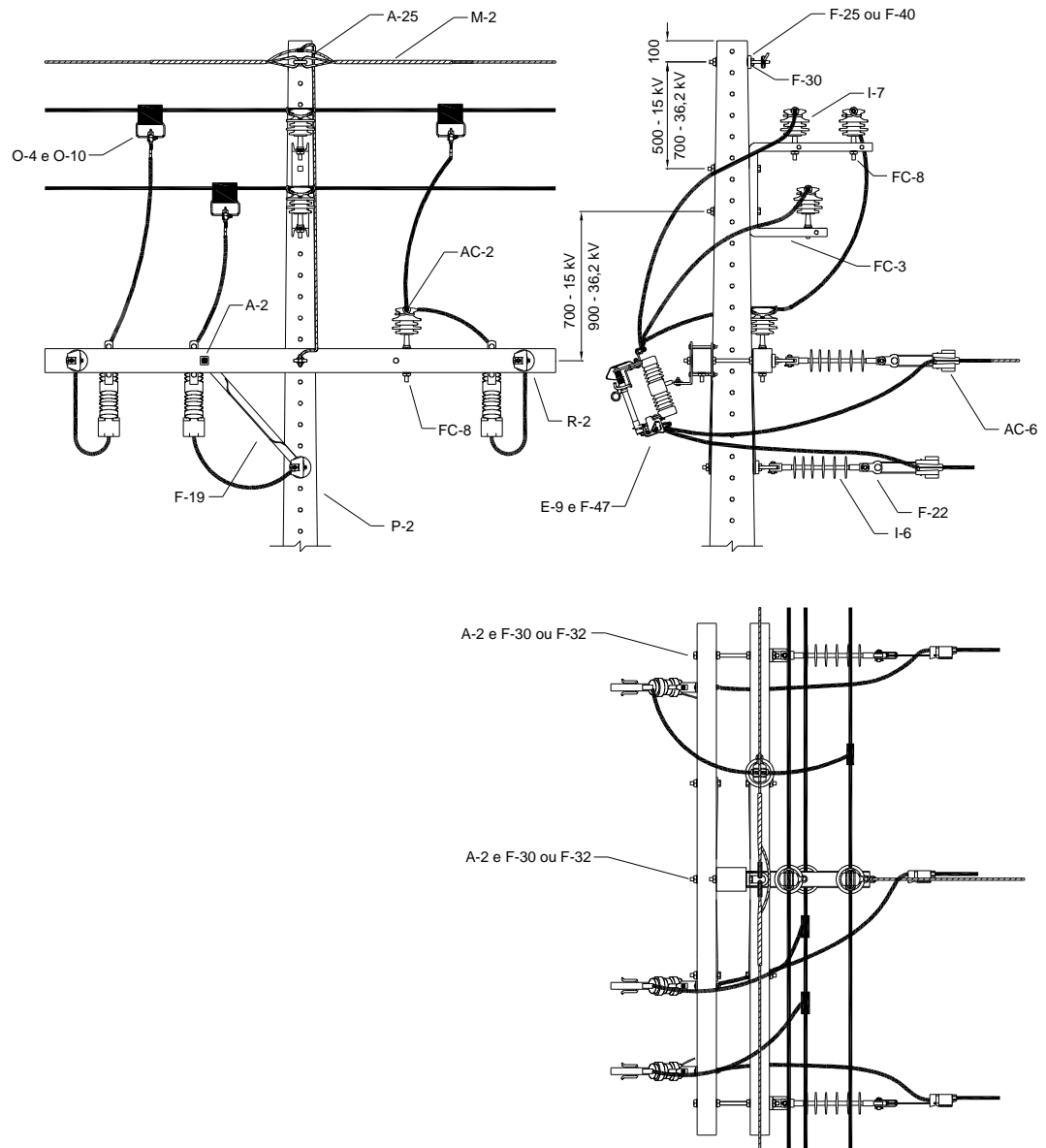


Figura 30 – Estrutura CE2-CE3 CF – Poste de Concreto de seção circular



Dimensões em milímetros





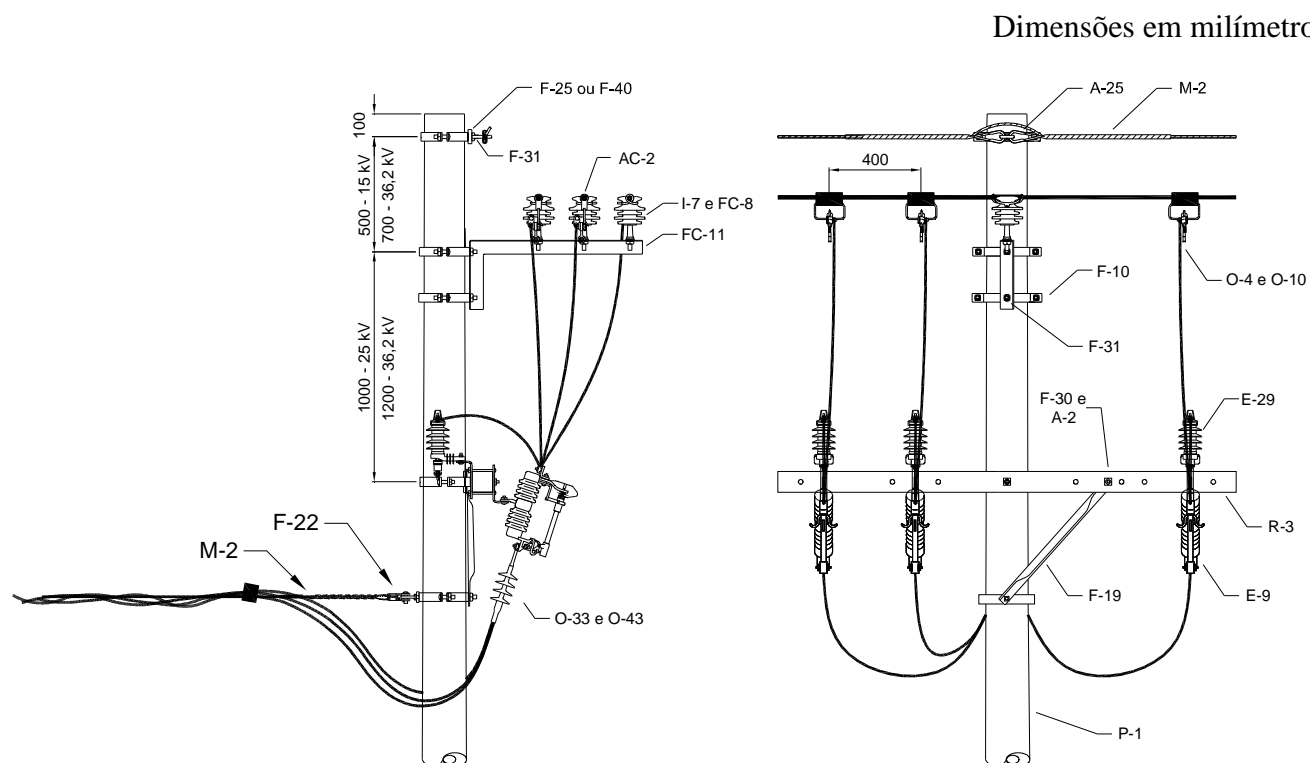
Lista de materiais CE2-CE3 CF							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	10	14	Arruela quadrada	F-47	3	3	Suporte L
A-25	3	3	Sapatilha	FC-3	1	1	Braço tipo C
AC-2	4	4	Anel de amarração para isolador	FC-8	4	4	Pino para isolador polimérico
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	I-6	3	3	Isolador bastão polimérico
E-9	3	3	Chave fusível	I-7	4	4	Isolador de pino polimérico
F-10	5	-	Cinta para poste circular	M-2	3	3	Alça pré-formada de estai
F-19	2	2	Mão francesa perfilada	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-22	3	3	Manilha-sapatilha	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-25	5	5	Olhal para parafuso	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-30	4	9	Parafuso de cabeça quadrada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-31	7	-	Parafuso de cabeça abaulada	R-2	2	2	Cruzeta 2000 mm
F-40	3	3	Porca-olhal				

NOTA 1 – Para a ligação da chave fusível a rede tronco *jumper*, utilizar o cabo coberto de cobre 70mm² – 15kV (Cód. 31577), conforme Especificação E-313.0075.

NOTA 2 – A estrutura de primeiro nível tipo CE2 pode ser substituída nesta montagem pela estrutura CE2-SH apresentada na Figura 14.

Figura 31 – Estrutura CE2-CE3 CF – Poste de Concreto de seção DT

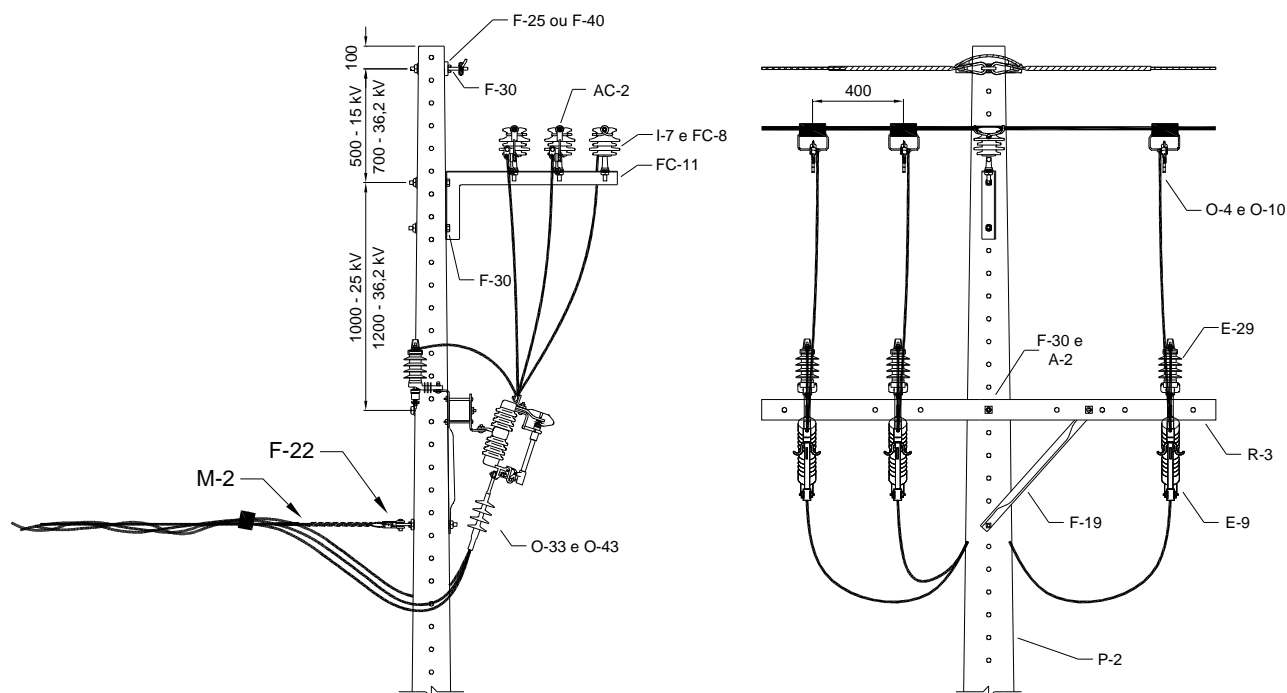
5.8.4. CE2-SH-MI3 CF – Estrutura de Derivação com Chave Fusível



NOTA – esta estrutura pode ser utilizada para a derivação em qualquer direção, visto que o cabo do ramal é isolado.

Figura 32 – Estrutura CE2-SH-MI3 CF 2º Nível – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE2-SH-MI3 CF 2º Nível

Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	2	7	Arruela quadrada	F-47	6	6	Suporte L
A-25	2	2	Sapatilha	FC-8	3	3	Pino para isolador polimérico
AC-2	3	3	Anel de amarração para isolador	FC-11	1	1	Suporte horizontal
E-9	3	3	Chave fusível	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
E-29	3	3	Para-raios	M-1	2	2	Alça pré-formada de dist.
F-10	5	-	Cinta para poste circular	M-2	1	1	Alça pré-formada de estai
F-19	1	1	Mão francesa perfilada	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-22	1	1	Manilha sapatilha	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-25	1	1	Olhal para parafuso	O-33	3	3	Terminal espada a compressão
F-30	1	6	Parafuso de cabeça quadrada	O-43	3	3	Terminal para cabo isolado
F-31	5	-	Parafuso de cabeça abaulada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-40	1	1	Porca-olhal	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-45	1	-	Sela para cruzeta	R-3	1	1	Cruzeta 2000 mm

Figura 33 – Estrutura CE2-SH-MI3 CF 2º Nível – Poste de Concreto de seção DT

5.8.5. CE2-SH-SUB CF – Estrutura de Derivação com Chave Fusível

Dimensões em milímetros

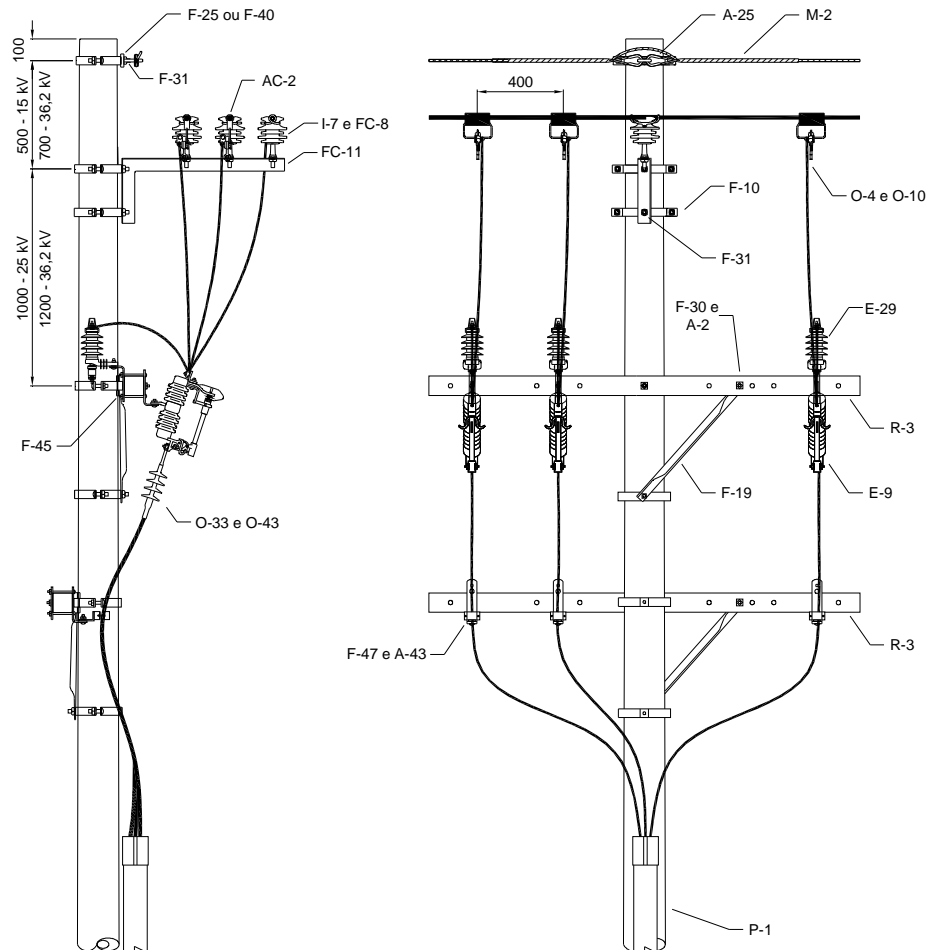
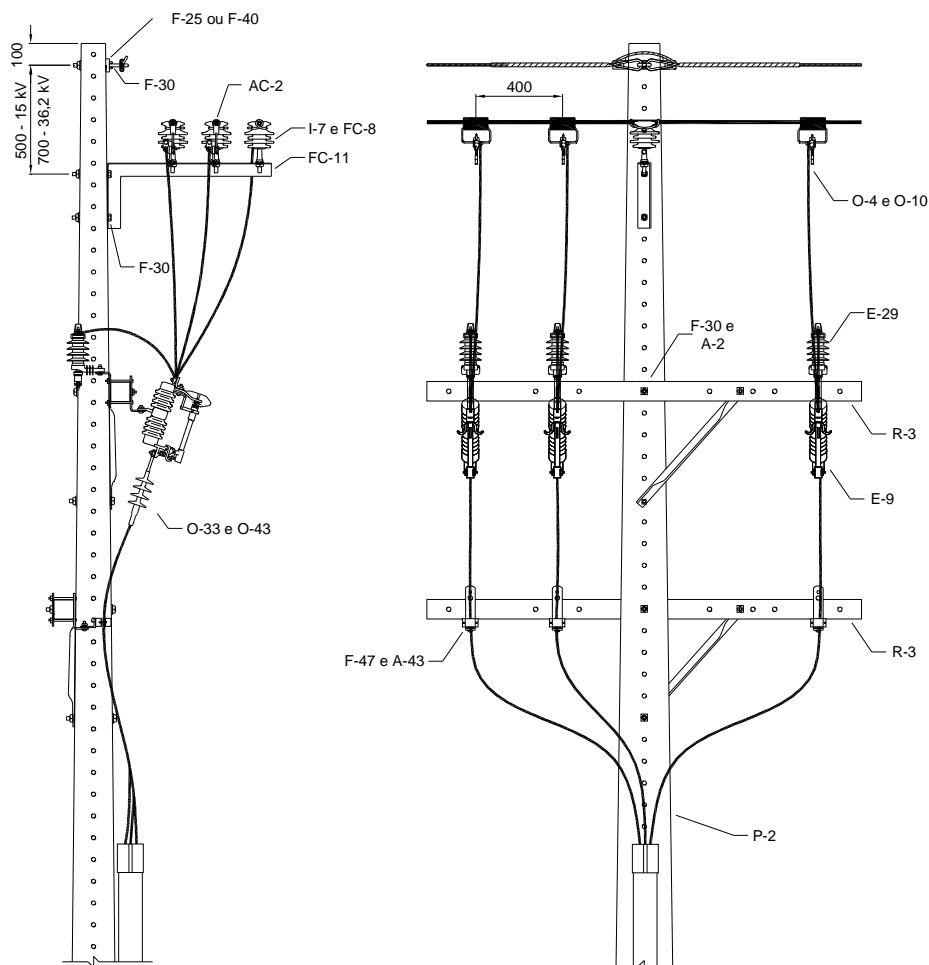


Figura 34 – Estrutura CE2-SH-SUB CF 2º Nível – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE2-SH-SUB CF 2º Nível

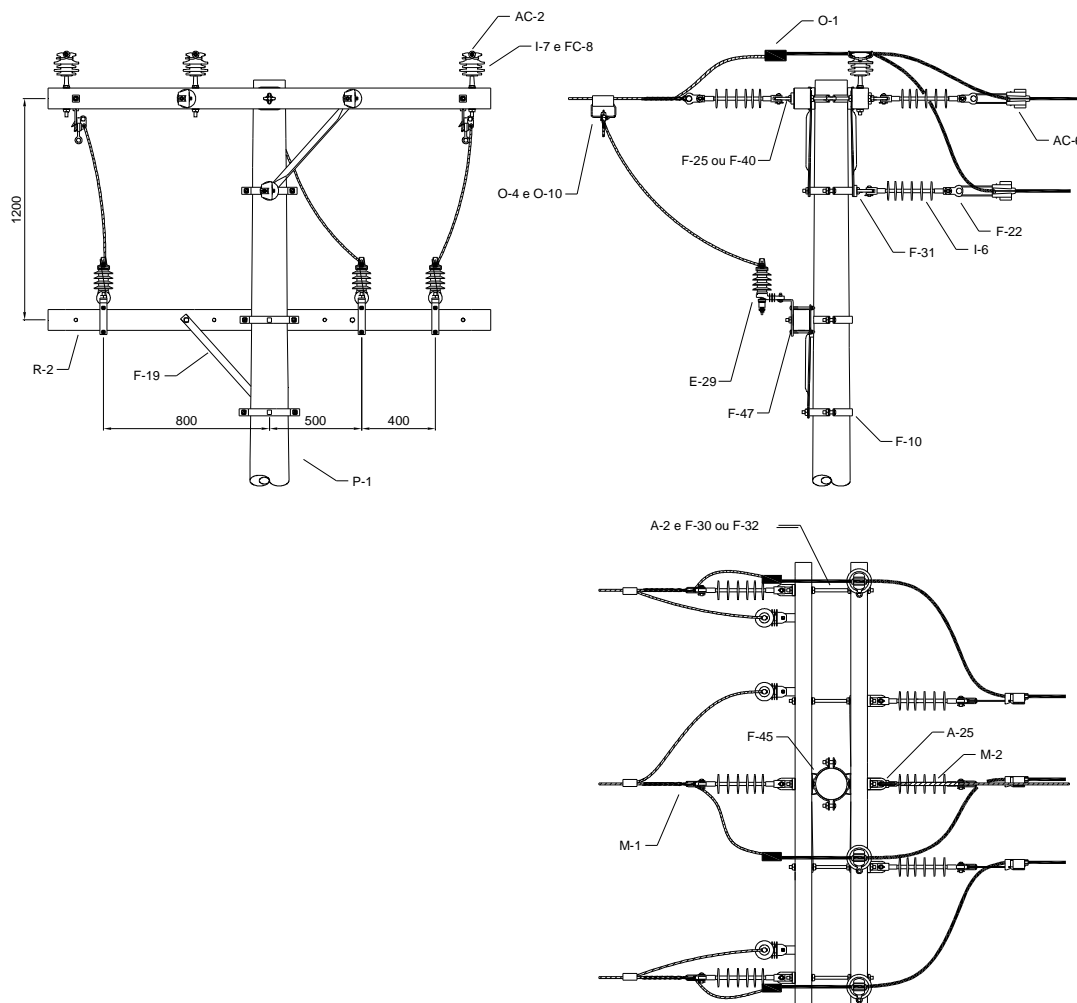
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	4	11	Arruela quadrada	F-47	9	9	Suporte L
A-25	2	2	Sapatilha	FC-8	3	3	Pino para isolador polimérico
A-43	3	3	Suporte para cabo isolado	FC-11	1	1	Suporte horizontal
AC-2	3	3	Anel de amarração para isolador	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
E-9	3	3	Chave fusível	M-1	2	2	Alça pré-formada de dist.
E-29	3	3	Para-raios	O-1	6	6	Conector cunha de alumínio
F-10	7	-	Cinta para poste circular	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-19	2	2	Mão francesa perfilada	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-22	1	1	Manilha sapatilha	O-33	3	3	Terminal espada a compressão
F-25	1	1	Olhal para parafuso	O-43	3	3	Terminal para cabo isolado
F-30	2	9	Parafuso de cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	7	-	Parafuso de cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-40	1	1	Porca olhal	R-3	2	2	Cruzeta 2000 mm
F-45	2	-	Sela para cruzeta				

Figura 35 – Estrutura CE2-SH-SUB CF 2º Nível – Poste de Concreto de seção DT

5.9. Estruturas de transição

5.9.1. CE3-N3 PR – Estrutura de Transição sem Chaves

Dimensões em milímetros

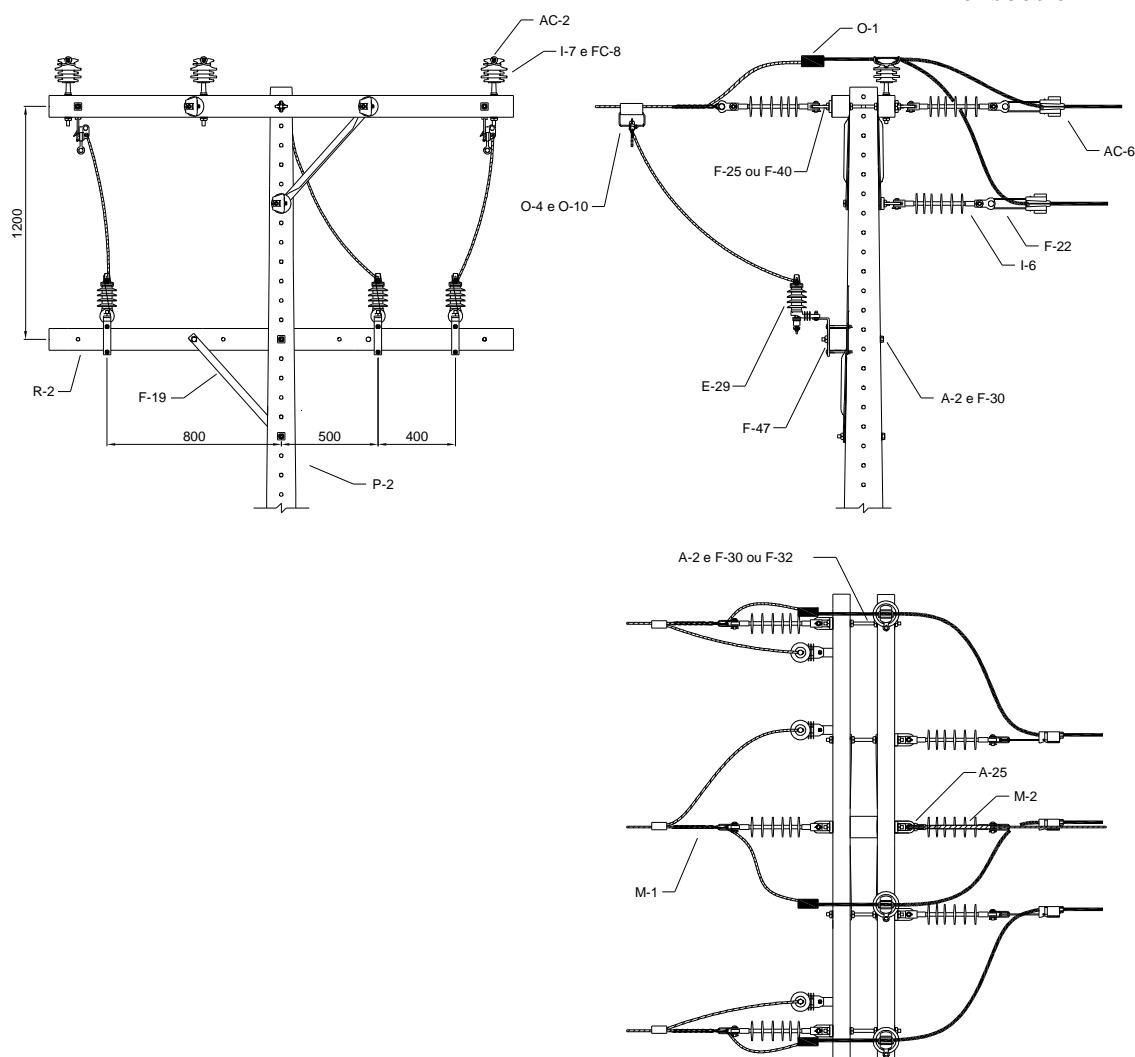


NOTA 1 – Quando a transição ocorrer da rede compacta para rede nua (rede compacta como fonte), os para-raios devem ser instalados na estrutura imediatamente anterior à transição.

NOTA 2 – Para ligação dos para-raios à rede, utilizar cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 36 – Estrutura CE3-N3 PR – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais N3-CE3 PR

Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	11	13	Arruela quadrada	F-47	3	3	Suporte L
A-25	1	1	Sapatilha	FC-8	3	3	Pino para isolador polimérico
AC-2	3	3	Anel de amarração para isolador	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
E-29	3	3	Para-raios	M-1	3	3	Alça pré-formada de dist.
F-10	4	-	Cinta para poste circular	M-2	1	1	Alça pré-formada de estai
F-19	3	3	Mão francesa perfilada	O-1	3	3	Conector cunha de alumínio
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-25	7	7	Olhal para parafuso	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-30	6	10	Parafuso de cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	6	-	Parafuso de cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-40	7	7	Porca olhal	R-2	3	3	Cruzeta 2000 mm
F-45	3	-	Sela para cruzeta				



NOTA 1 – Quando a transição ocorrer da rede compacta para rede nua (rede compacta como fonte), os para-raios devem ser instalados na estrutura imediatamente anterior à transição.

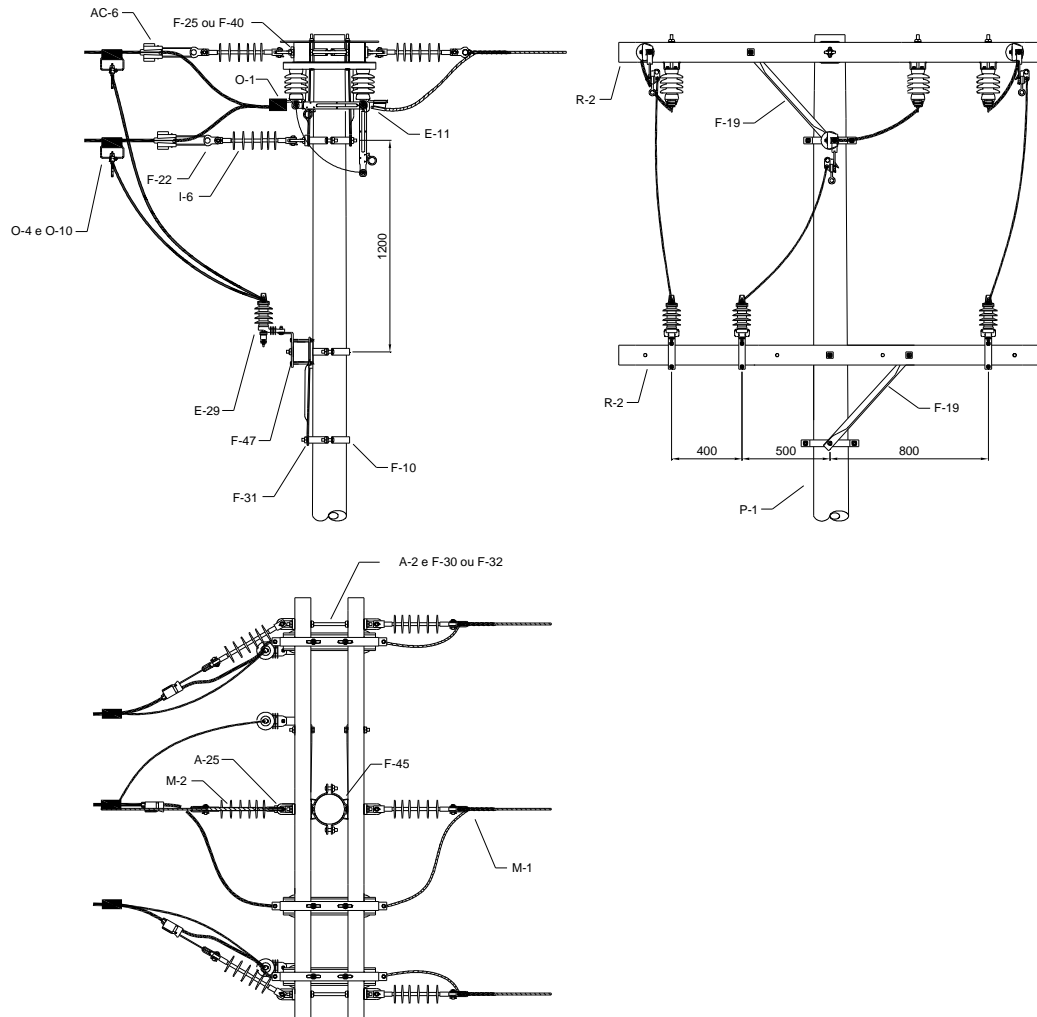
NOTA 2 – Para ligação dos para-raios à rede, utilizar cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 37 – Estrutura CE3-N3 PR – Poste de Concreto de seção DT



5.9.2. CE3-N3 FA – Estrutura de Transição com Chaves

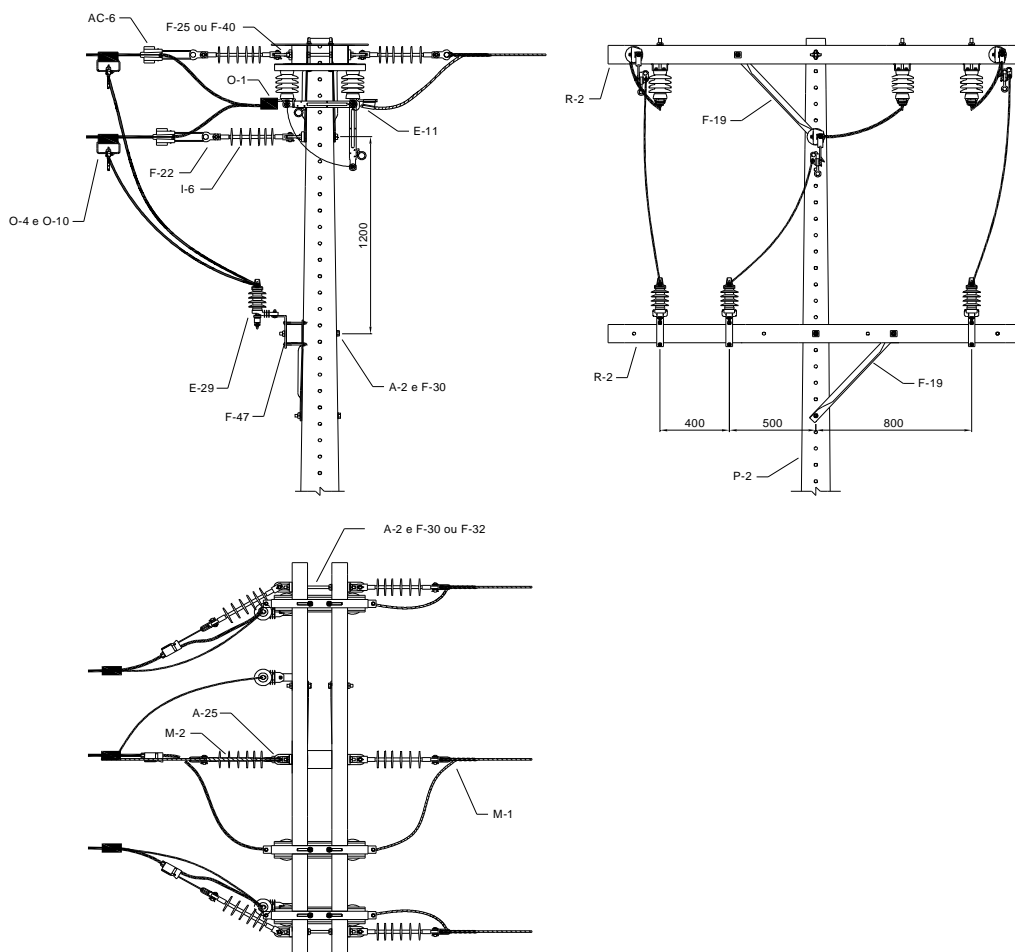
Dimensões em milímetros



NOTA – Para ligação dos para-raios à rede, utilizar cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 38 – Estrutura CE3-N3 FA – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE3-N3 SU

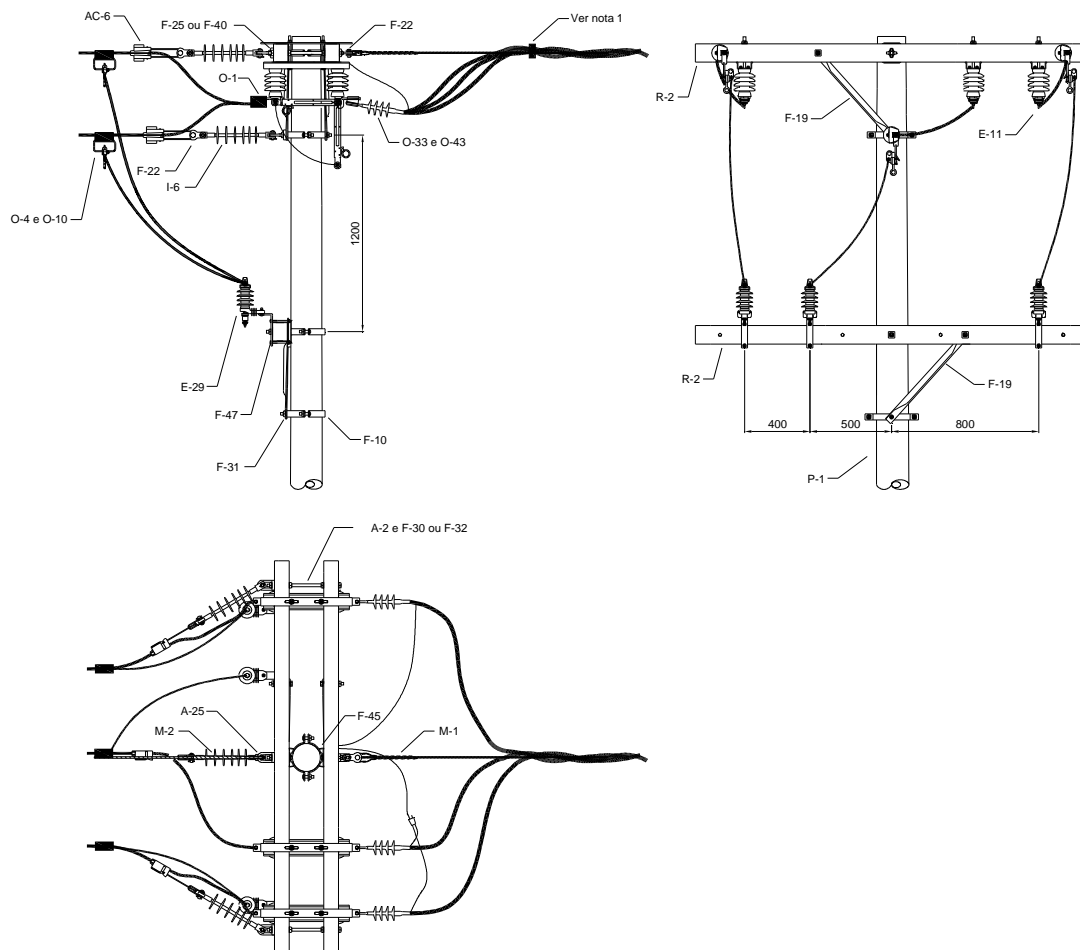
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	8	10	Arruela quadrada	F-45	3	-	Sela para cruzeta
A-25	1	1	Sapatilha	F-47	3	3	Suporte L
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
E-11	3	3	Seccionador unipolar	M-1	3	3	Alça pré-formada de dist.
E-29	3	3	Para-raios	M-2	1	1	Alça pré-formada de estai
F-10	4	-	Cinta para poste circular	O-1	6	6	Conector cunha de alumínio
F-19	3	3	Mão francesa perfilada	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-25	7	7	Olhal para parafuso	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-30	5	9	Parafuso de cabeça quadrada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-31	6	-	Parafuso de cabeça abaulada	R-2	3	3	Cruzeta 2000mm
F-40	7	7	Porca olhal				

Figura 39 – Estrutura CE3-N3 FA – Poste de Concreto de seção DT



5.9.3. CE3-MI3 FA – Estrutura de Transição com Chaves

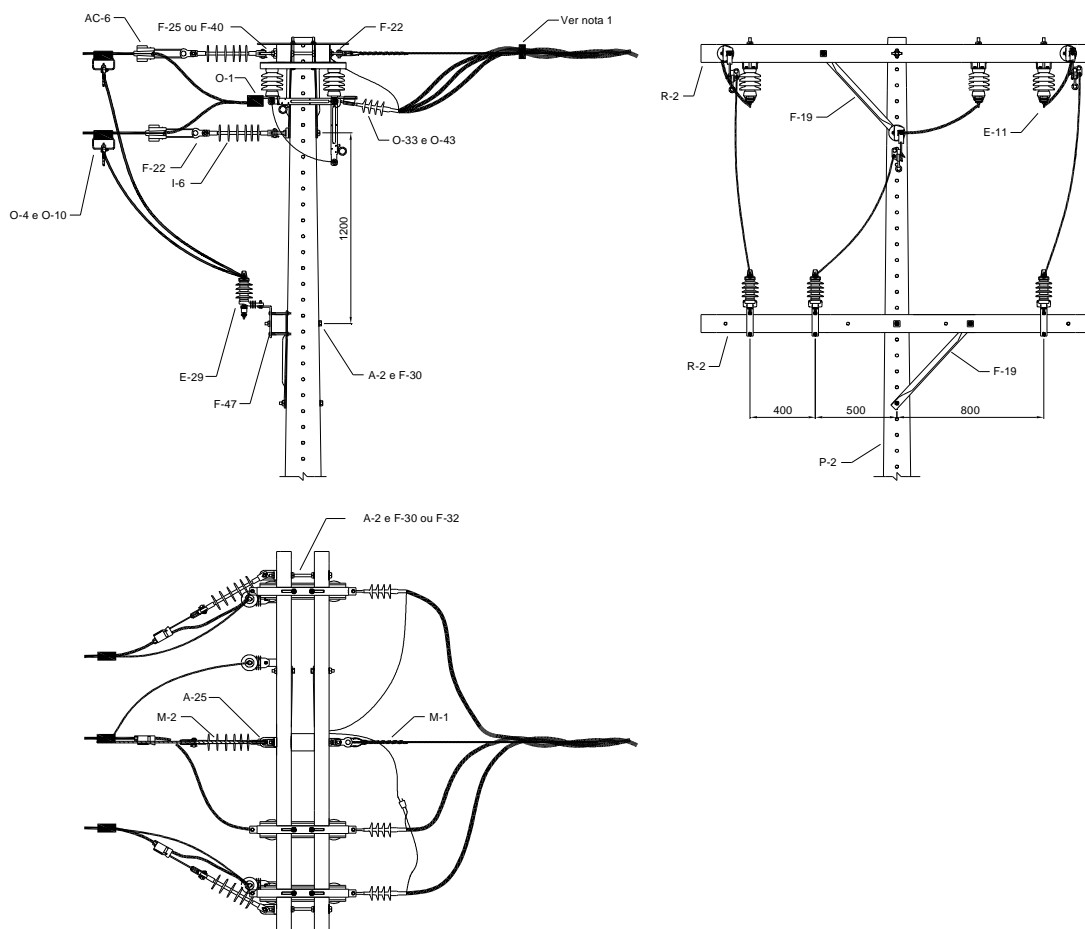
Dimensões em milímetros



NOTA – Para ligação dos para-raios à rede, utilizar cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 40 – Estrutura CE3-MI3 FA – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE3-MI3 SU

Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	10	12	Arruela quadrada	F-47	3	3	Suporte L
A-25	1	1	Sapatilha	I-6	3	3	Isolador bastão polimérico
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	M-1	1	1	Alça pré-formada de dist.
E-11	3	3	Seccionador unipolar	M-2	1	1	Alça pré-formada de estai
E-29	3	3	Para-raios	O-1	6	6	Conector cunha de alumínio
F-10	4	-	Cinta para poste circular	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-19	3	3	Mão francesa perfilada	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-22	4	4	Manilha-sapatilha	O-33	3	3	Terminal espada a compressão
F-25	5	5	Olhal para parafuso	O-43	3	3	Terminal para cabo isolado
F-30	5	9	Parafuso de cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	6	-	Parafuso de cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-40	5	5	Porca olhal	R-2	3	3	Cruzeta 2000mm
F-45	3	-	Sela para cruzeta				

Figura 41 – Estrutura CE3-MI3 FA – Poste de Concreto de seção DT



5.9.4. CE3-SUB FA 2º Nível – Estrutura de Transição com Chaves

Dimensões em milímetros

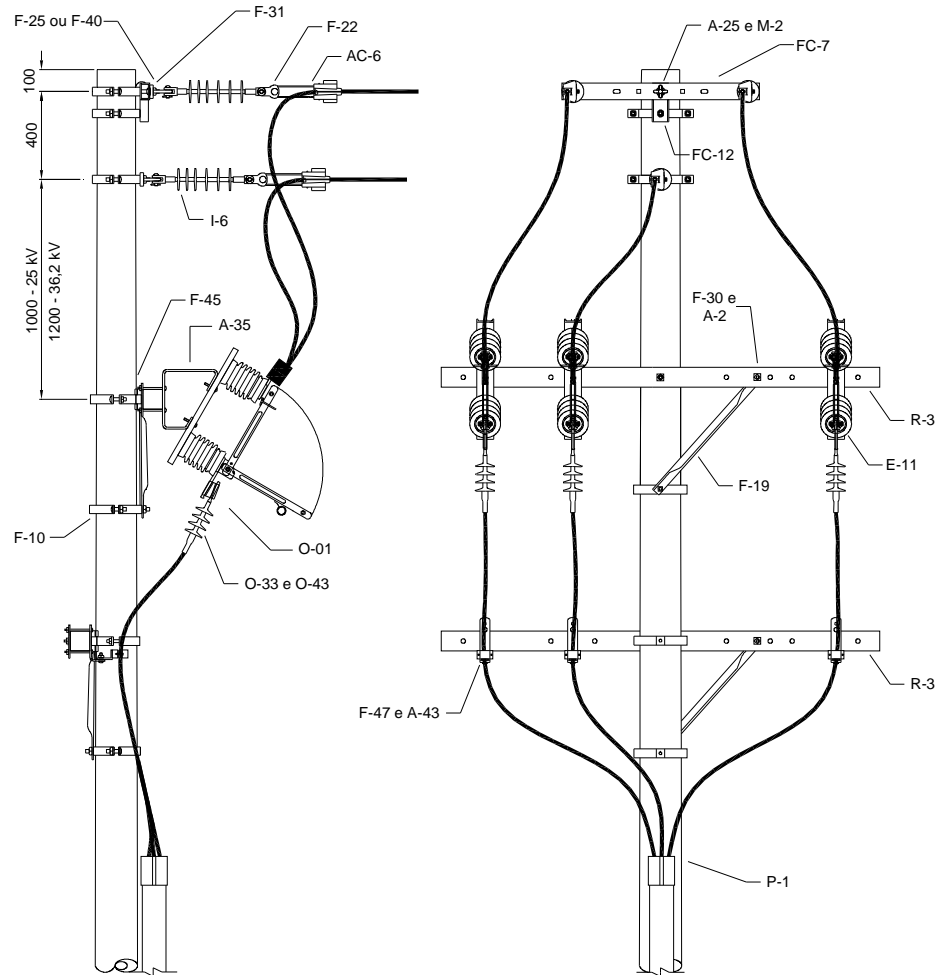
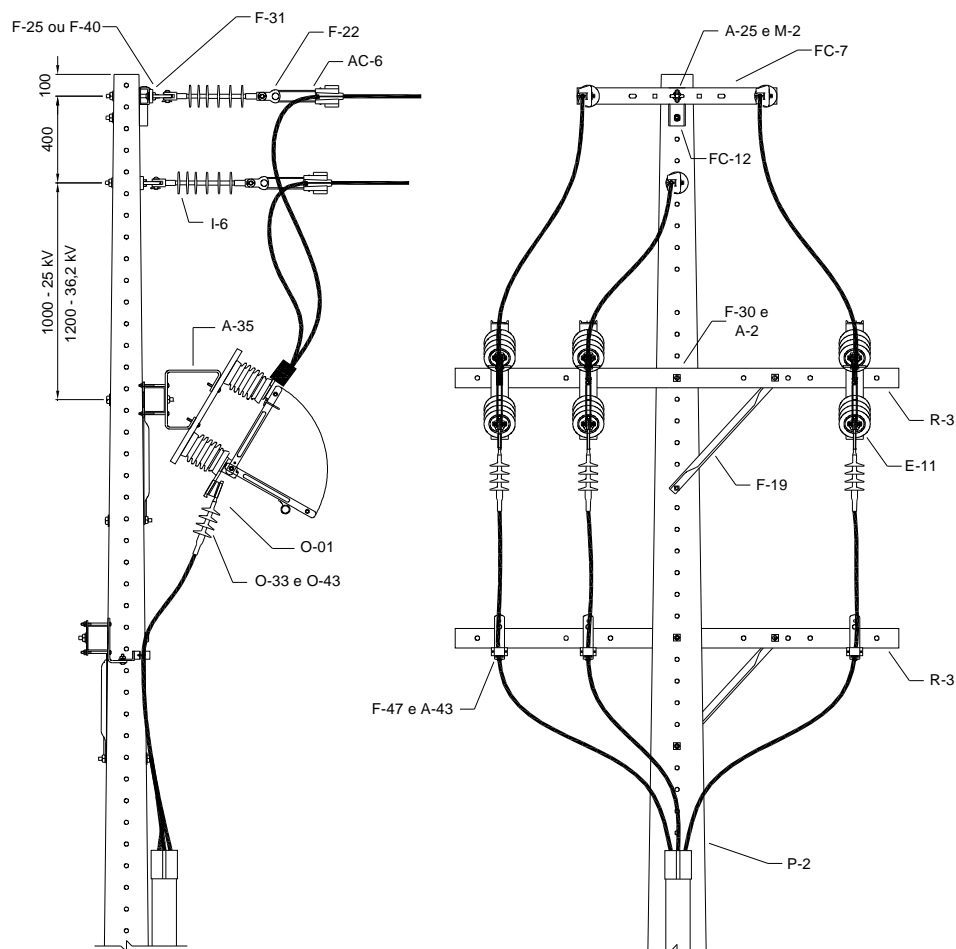


Figura 42 – Estrutura CE3-SUB FA 2º Nível – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



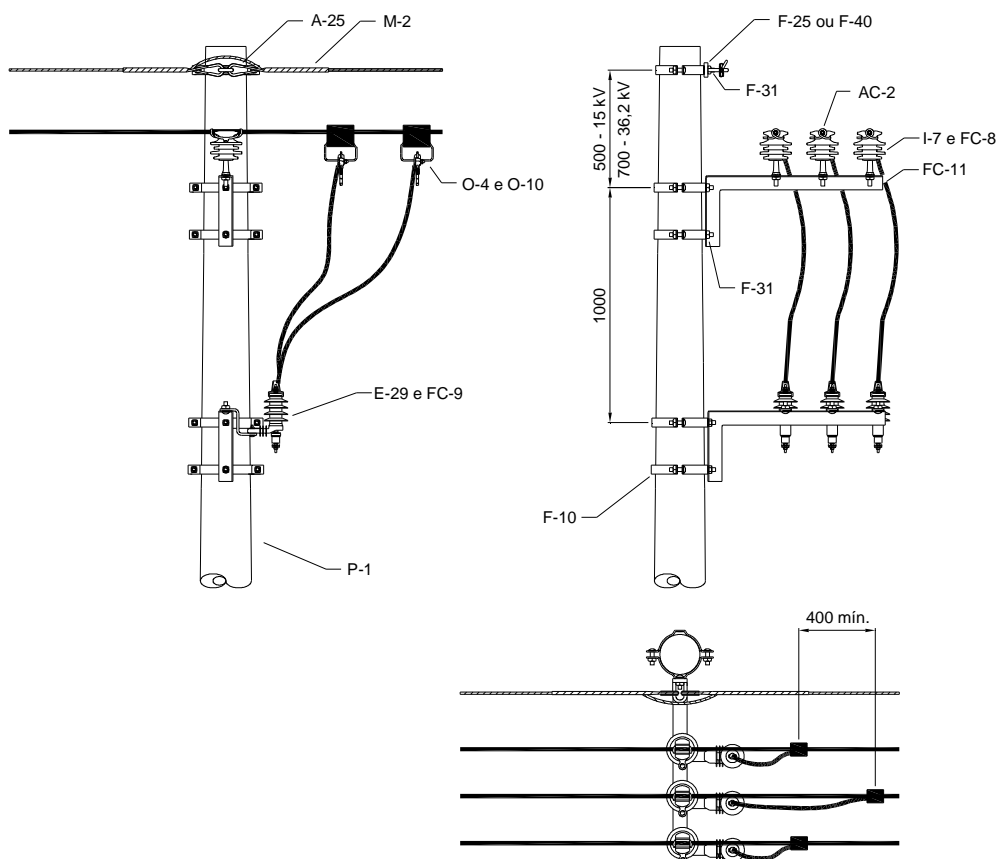
Lista de materiais CE3-SUB FA 2º Nível							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	4	11	Arruela quadrada	F-40	2	2	Porca-olhal
A-25	2	2	Sapatilha	F-45	2	-	Sela para cruzeta
A-35	3	3	Suporte inclinado p/ chave faca	F-47	3	3	Suporte L
A-43	3	3	Suporte para cabo isolado	FC-7	1	1	Perfil U
AC-6	3	3	Grampo de ancoragem polimérico	FC-12	1	1	Fixador de perfil U
E-11	3	3	Seccionador monopolar	I-6	3	3	Isolador bastão polimérico
E-29	3	3	Para-raios	M-2	1	1	Alça pré-formada de estai
F-10	7	-	Cinta para poste circular	O-1	6	6	Conector cunha de alumínio
F-19	2	2	Mão francesa perfilada	O-33	3	3	Terminal espada a compressão
F-22	3	3	Manilha sapatilha	O-43	3	3	Terminal para cabo isolado
F-25	4	4	Olhal para parafuso	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-30	2	9	Parafuso de cabeça quadrada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-31	7	-	Parafuso de cabeça abaulada	R-3	2	2	Cruzeta 2000mm

Figura 43 – Estrutura CE3-SUB FA 2º Nível – Poste de Concreto de seção DT

5.10. Instalação de Equipamentos

5.10.1. CE2-SH PR – Estrutura para Instalação de Para-raios

Dimensões em milímetros



NOTA 1 – O protetor de estribo deve ser utilizado em áreas com arborização intensa ou sujeita a contato eventuais de pássaros, conforme item 5.11.2.

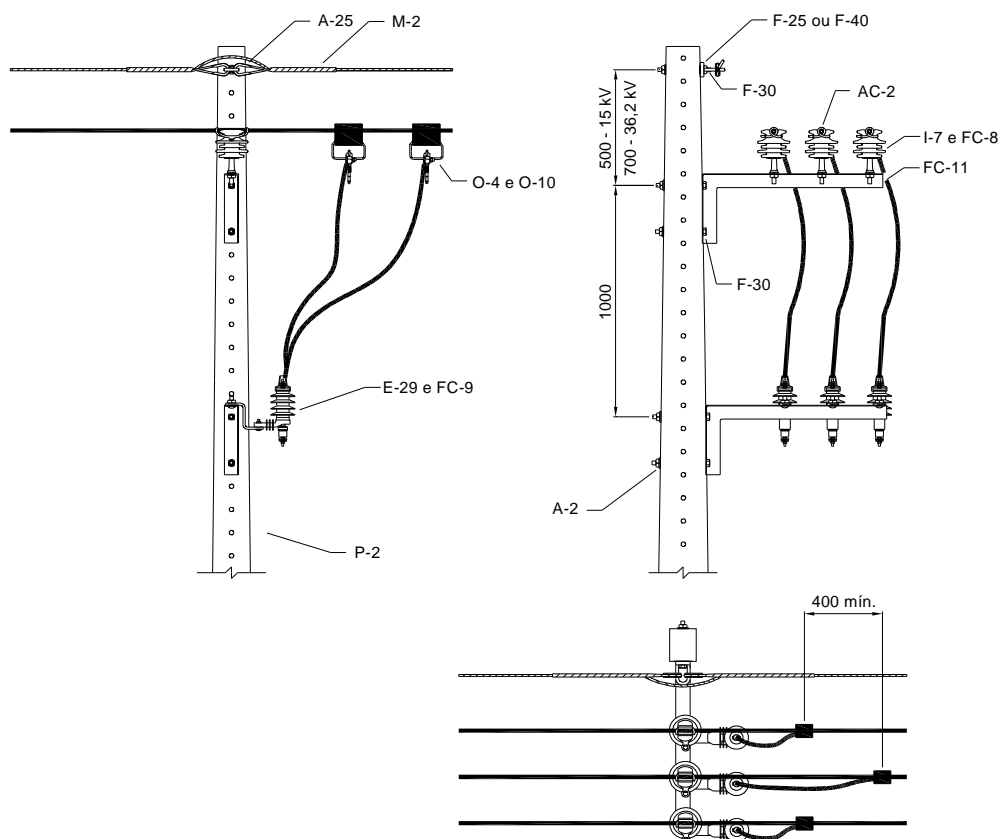
NOTA 2 – Deve ser feita a recomposição da cobertura do cabo conforme 5.11.2.

NOTA 3 – Para ligação dos para-raios à rede, utilizar cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 44 – Estrutura CE2-SH PR – Poste de Concreto de seção Circular



Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE2-SH

Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	-	5	Arruela quadrada	FC-8	3	3	Pino curto para isolador polimérico
A-25	2	2	Sapatilha	FC-9	3	3	Suporte Z
AC-2	3	3	Anel de amarração	FC-11	2	2	Suporte horizontal
E-29	3	3	Para-raios	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
F-10	5	-	Cinta para poste circular	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-25	1	1	Olhal para parafuso	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-30	-	5	Parafuso cabeça quadrada	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-31	5	-	Parafuso cabeça abaulada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-40	1	1	Porca olhal	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T

NOTA 1 – O protetor de estribo deve ser utilizado em áreas com arborização intensa ou sujeita a contatos eventuais de pássaros, conforme item 5.11.2.

NOTA 2 – Deve ser feita a recomposição da cobertura do cabo conforme 5.11.2.

NOTA 3 – Para ligação dos para-raios à rede, utilizar cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 45 – Estrutura CE2-SH – Poste de Concreto de seção duplo T



5.10.2. CE4-SU – Estrutura para Instalação de Chaves Faca 1º nível

Dimensões em milímetros

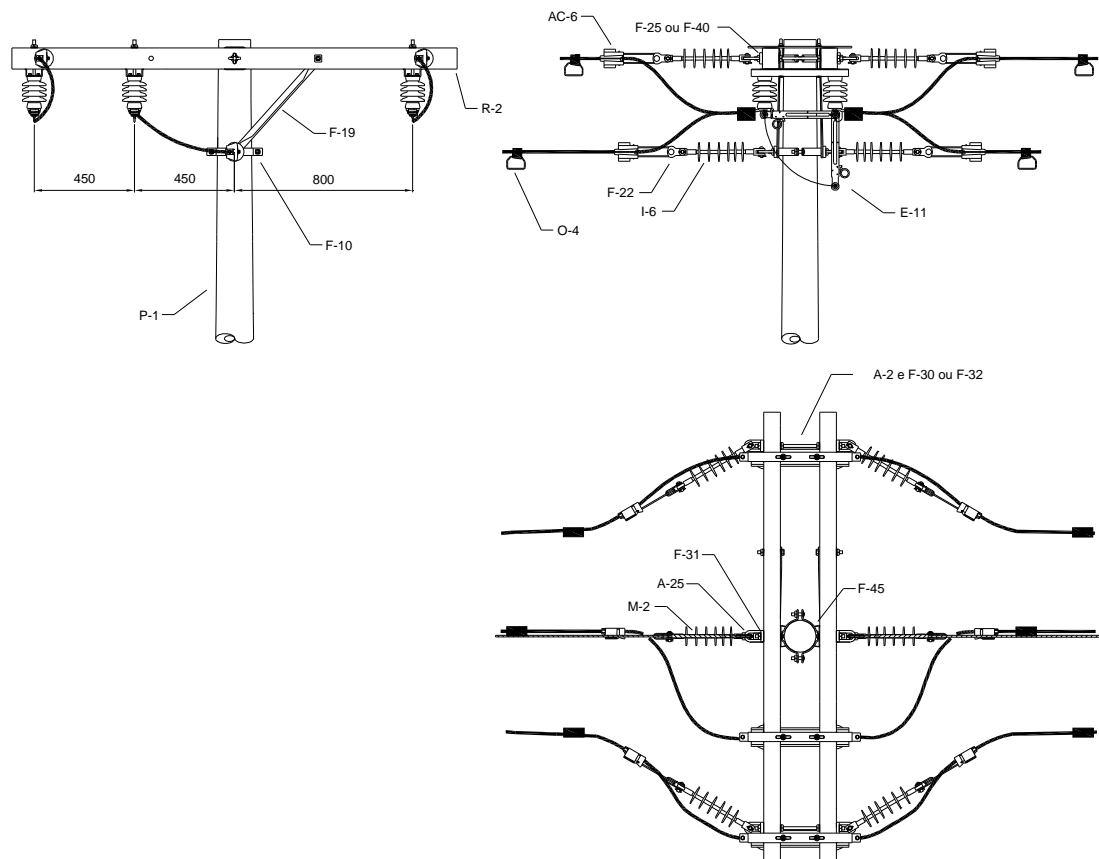
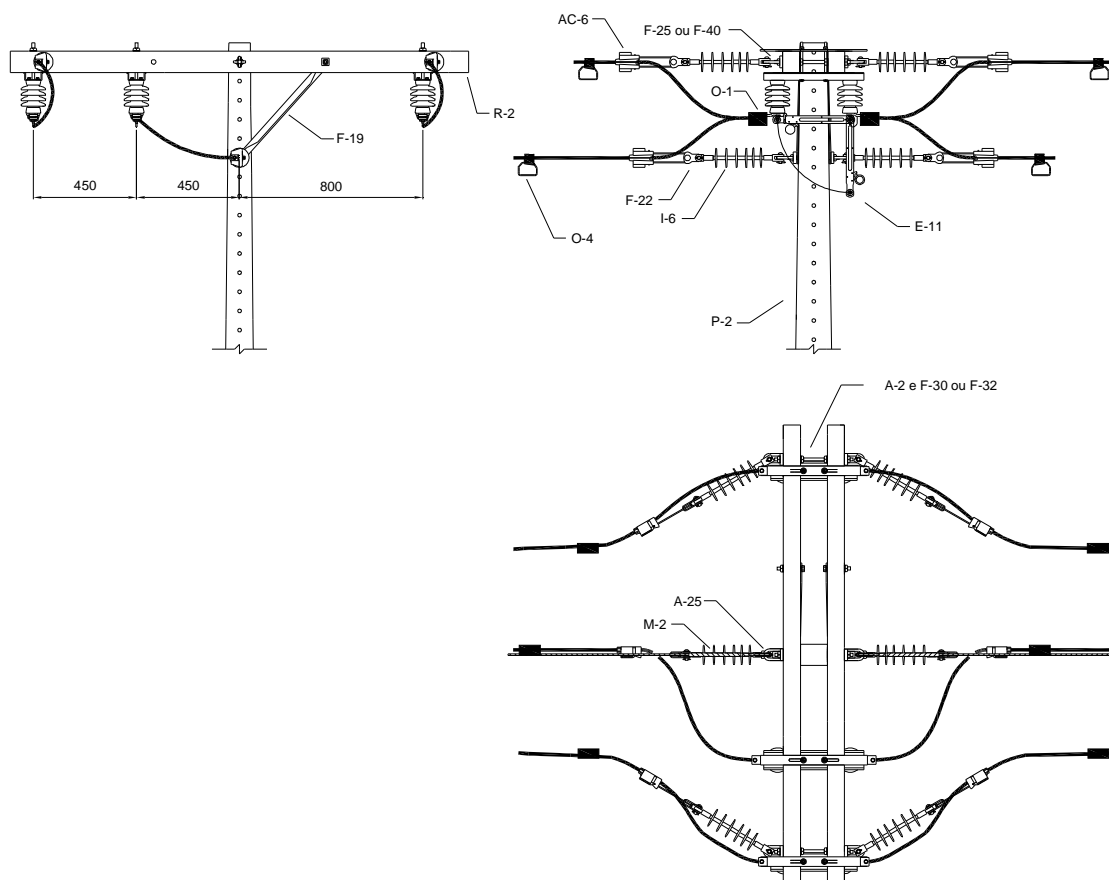


Figura 46 – Estrutura CE4 -SU – Poste de Concreto de seção circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE4-SU							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	6	6	Arruela quadrada	F-40	8	8	Porca-olhal
A-25	2	2	Sapatilha	F-45	2	-	Sela para cruzeta
AC-6	6	6	Grampo ancoragem polimérico	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
E-11	3	3	Seccionador unipolar	M-2	2	2	Alça pré-formada de estai
F-10	2	-	Cinta para poste circular	O-1	6	6	Conector cunha de alumínio
F-19	2	2	Mão francesa perfilada	O-4	6	6	Adaptador estribo cunha
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-25	8	8	Olhal para parafuso	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-30	4	6	Parafuso de cabeça quadrada	R-2	2	2	Cruzeta 2000mm
F-31	4	-	Parafuso de cabeça abaulada				

Figura 47 - Estrutura CE4-SU – Poste de Concreto de seção duplo T



5.10.3. CE4-SU – Estrutura para Instalação de Chaves Faca 2º nível

Dimensões em milímetros

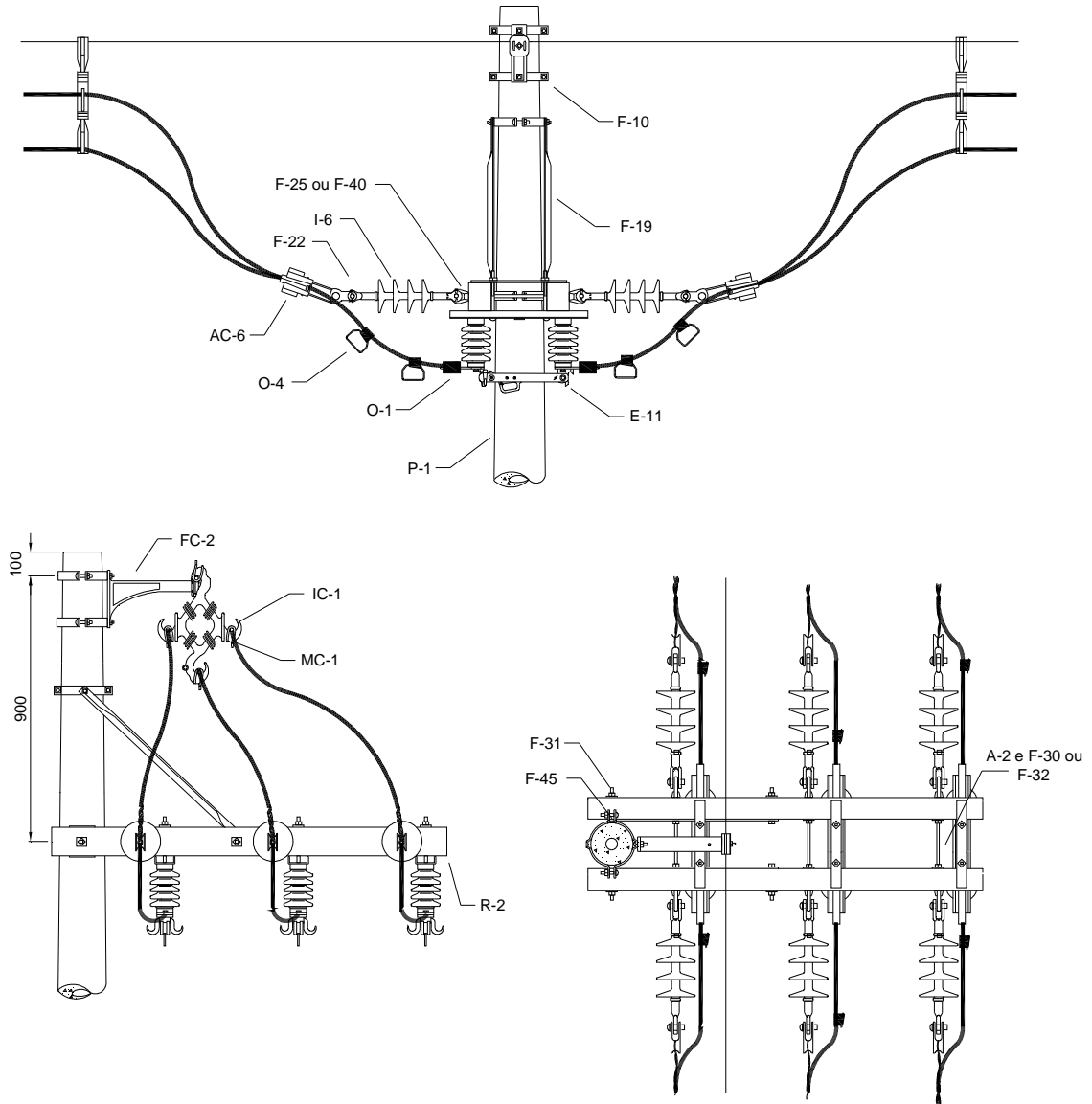
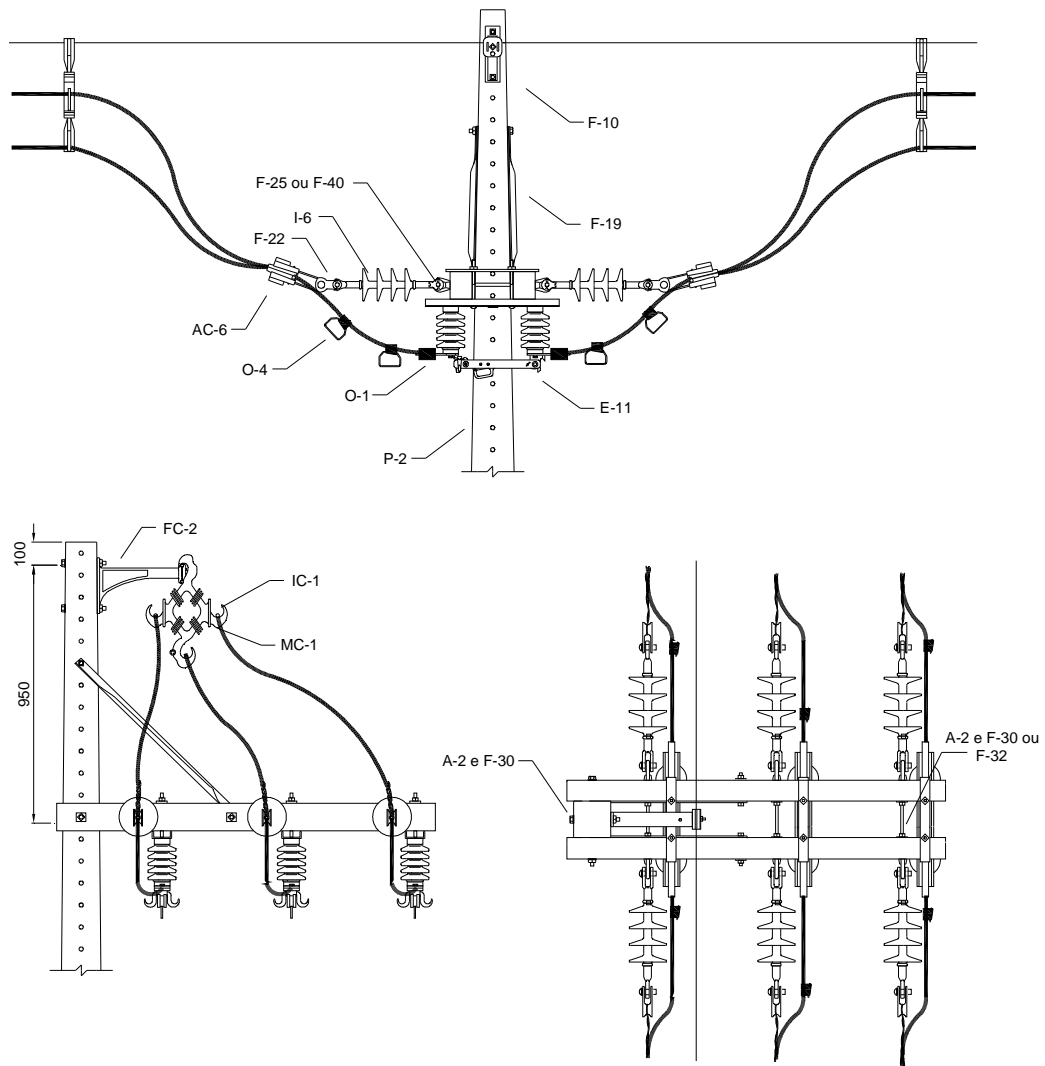


Figura 48 – Estrutura CE4-FA – Poste de Concreto de seção Circular



Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE4-FA							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	10	13	Arruela quadrada	FC-2	1	1	Braço tipo L
AC-6	6	6	Grampo ancoragem polimérico	FC-5	1	1	Estribo para braço tipo L
E-11	3	3	Seccionador unipolar	I-6	6	6	Isolador bastão polimérico
F-10	4	-	Cinta para poste circular	IC-1	1	1	Espaçador losangular
F-19	2	2	Mão francesa perfilada	MC-1	4	4	Anel de amarração para espaçador
F-22	6	6	Manilha-sapatilha	O-1	6	6	Conector cunha de alumínio
F-25	6	6	Olhal para parafuso	O-4	6	6	Adaptador estribo cunha
F-30	5	9	Parafuso de cabeça quadrada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-31	6	-	Parafuso de cabeça abaulada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-40	6	6	Porca olhal	R-2	2	2	Cruzeta 2000mm
F-45	2	-	Sela para cruzeta				

NOTA 1 – Esta estrutura deve ser utilizada para instalação de chaves de faca em tangente ou deflexões máximas de até 10°. Para deflexões maiores, substituir o braço L por olhal e encabeçar o cabo mensageiro como dois fins de linha.

NOTA 2 – A ancoragem do cabo coberto pode ser efetuada de duas maneiras: com alça pré-formada de distribuição e manilha-sapatilha e, neste caso, deve-se desconsiderar o grampo de ancoragem polimérico e vice-versa.

NOTA 3 – Os isoladores de ancoragem poliméricos devem ser sempre de 35kV para essa estrutura.

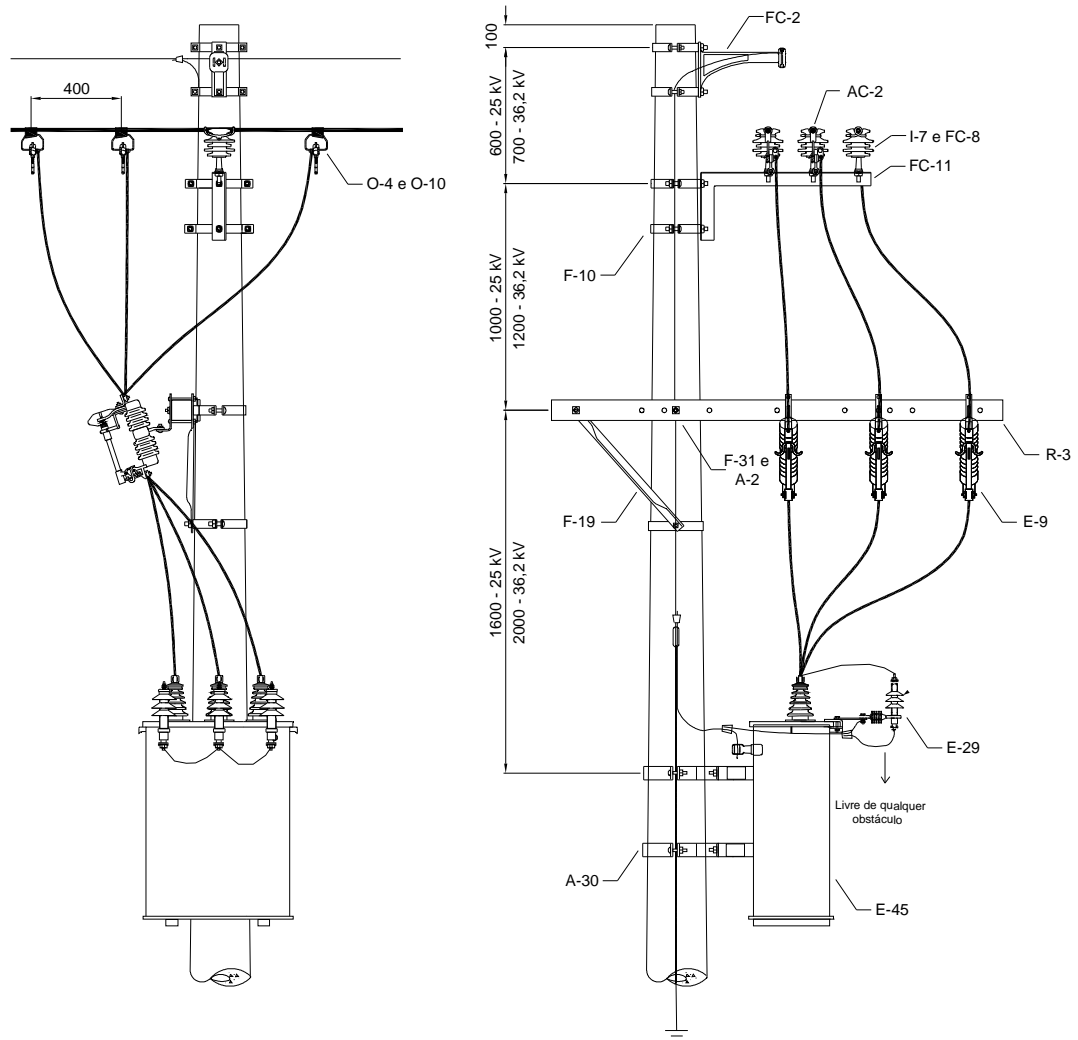
NOTA 4 – A utilização dos adaptadores estribos deve ser compatibilizada com a capacidade de corrente nominal do cabo. Esta é obrigatória nessa estrutura e utilizada, por exemplo, para conexão do aterramento temporário ou *by-pass* da seccionadora para manutenção com a rede energizada (cabo de 150 e 185mm², utilizar estribo de cobre eletrolítico de 120mm²).

NOTA 5 Esta montagem também pode ser utilizada para instalação de chave fusível ao longo da rede. Neste caso as chaves faca devem ser substituídas por chaves fusíveis e a estrutura passa a ser denominada CE4 – FU.

Figura 49 – Estrutura CE4-FA – Poste de Concreto de seção Duplo T

5.10.4. CE – TR - Estrutura para Instalação de Transformação 3 ϕ Convencional

Dimensões em milímetros



NOTA 1 – Para conexão do transformador, deve ser utilizado conector cunha de derivação com grampo de linha viva, com recomposição da cobertura.

NOTA 2 – Quando o transformador não tiver suporte para-raios fixado no tanque, devem ser instalados para-raios na estrutura imediatamente anterior.

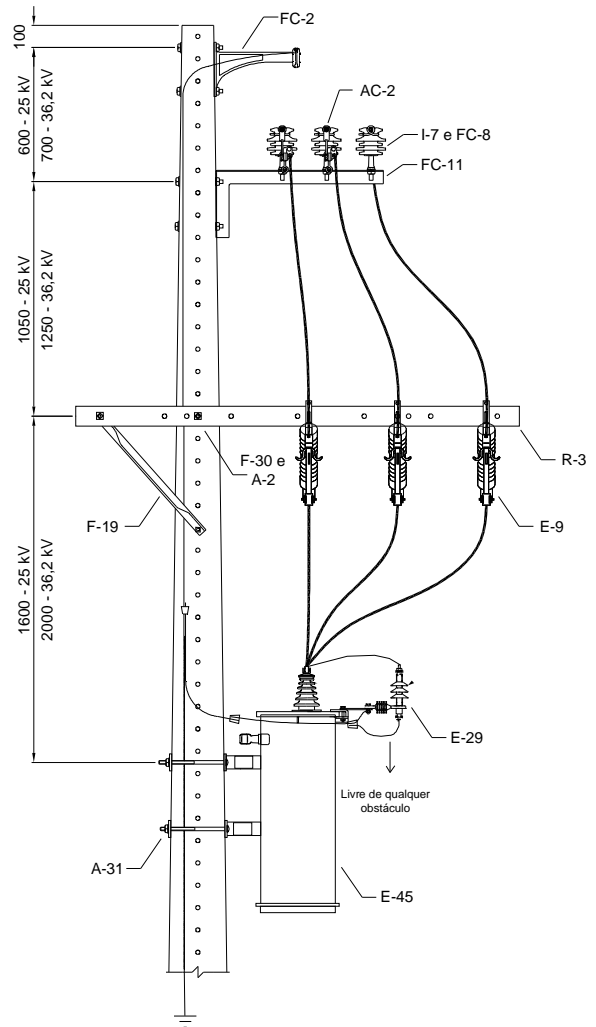
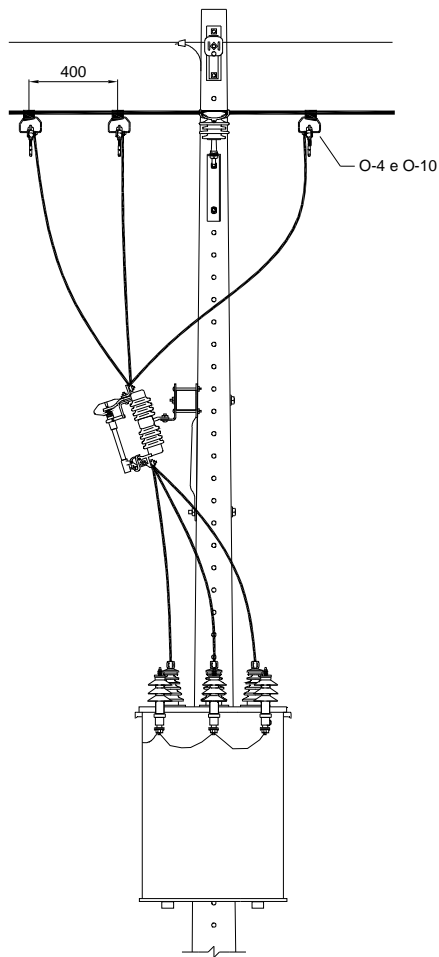
NOTA 3 – Para ligação do transformador a chave fusível e esta à rede, utilizar o cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

NOTA 4 – Para facilitar a retirada e instalação do transformador no poste, a chave fusível deve ser instalada em cruzeta, como mostra a vista frontal do desenho, voltada para o lado externo da estrutura.

Figura 50 – Estrutura CE-TR – Poste de Concreto de seção Circular



Dimensões em milímetros





Lista de materiais CE-TR							
Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	2	8	Arruela quadrada	F-45	1	-	Sela para cruzeta
A-30	2	-	Suporte de transformador em poste de concreto circular	F-47	3	3	Suporte L
A-31	-	2	Suporte de transformador em poste de concreto duplo T	FC-2	1	1	Braço tipo L
AC-2	3	3	Anel de amarração	FC-8	3	3	Pino curto para isolador polimérico
E-9	3	3	Chave fusível	FC-11	1	1	Suporte Horizontal
E-29	3	3	Para-raios	I-7	3	3	Isolador de pino polimérico
E-45	1	1	Transformador de distribuição	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-10	6	-	Cinta para poste circular	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-19	1	1	Mão francesa perfilada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-30	1	7	Parafuso de cabeça quadrada	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-31	6	-	Parafuso de cabeça abaulada	R-2	1	1	Cruzeta 2000mm

NOTA 1 – Para conexão do transformador, deve ser utilizado conector cunha de derivação com grampo de linha viva, com recomposição da cobertura.

NOTA 2 – Quando o transformador não tiver suporte para-raios fixado no tanque, devem ser instalados para-raios na estrutura imediatamente anterior.

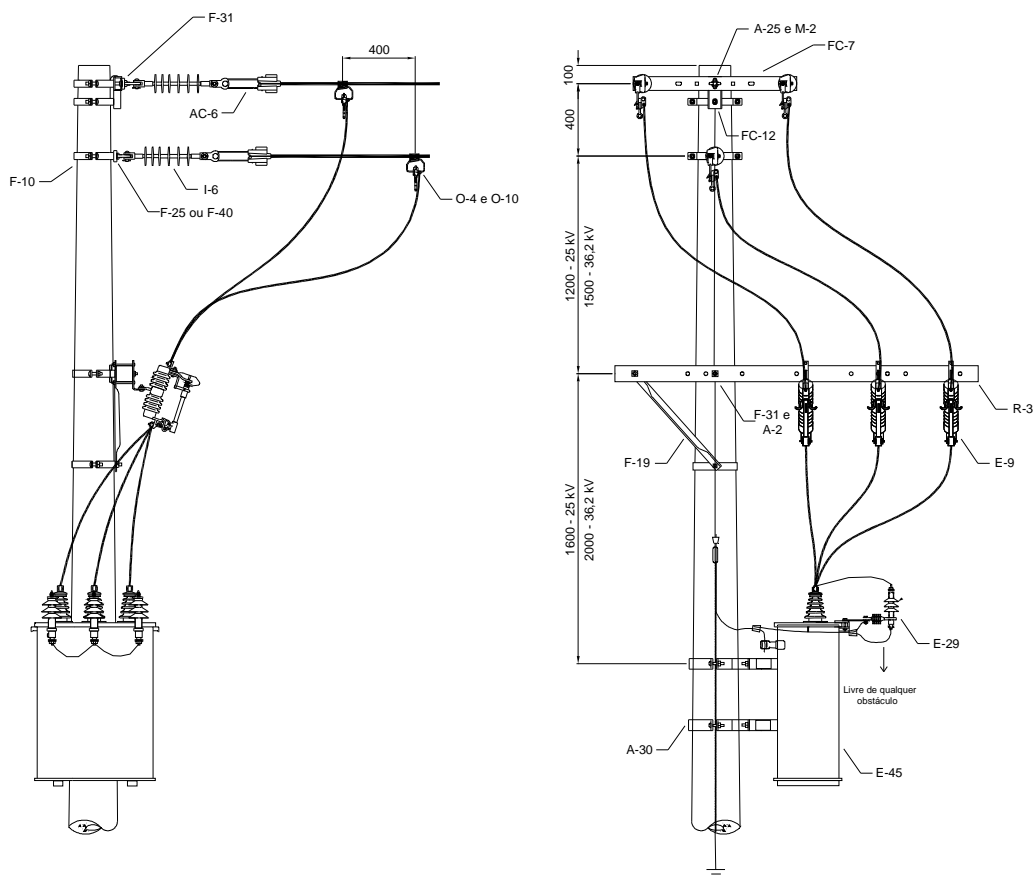
NOTA 3 – Para ligação do transformador à chave fusível e desta à rede, utilizar o cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

NOTA 4 – Para facilitar a retirada e instalação do transformador no poste, a chave fusível deve ser instalada em cruzeta, como mostra a vista frontal do desenho, voltada para o lado externo da estrutura.

Figura 51 – Estrutura CE-TR – Poste de Concreto de seção Duplo T

5.10.5. CE3 - TR - Estrutura para Instalação de Transformação 3 ϕ Convencional em Fim de Rede

Dimensões em milímetros



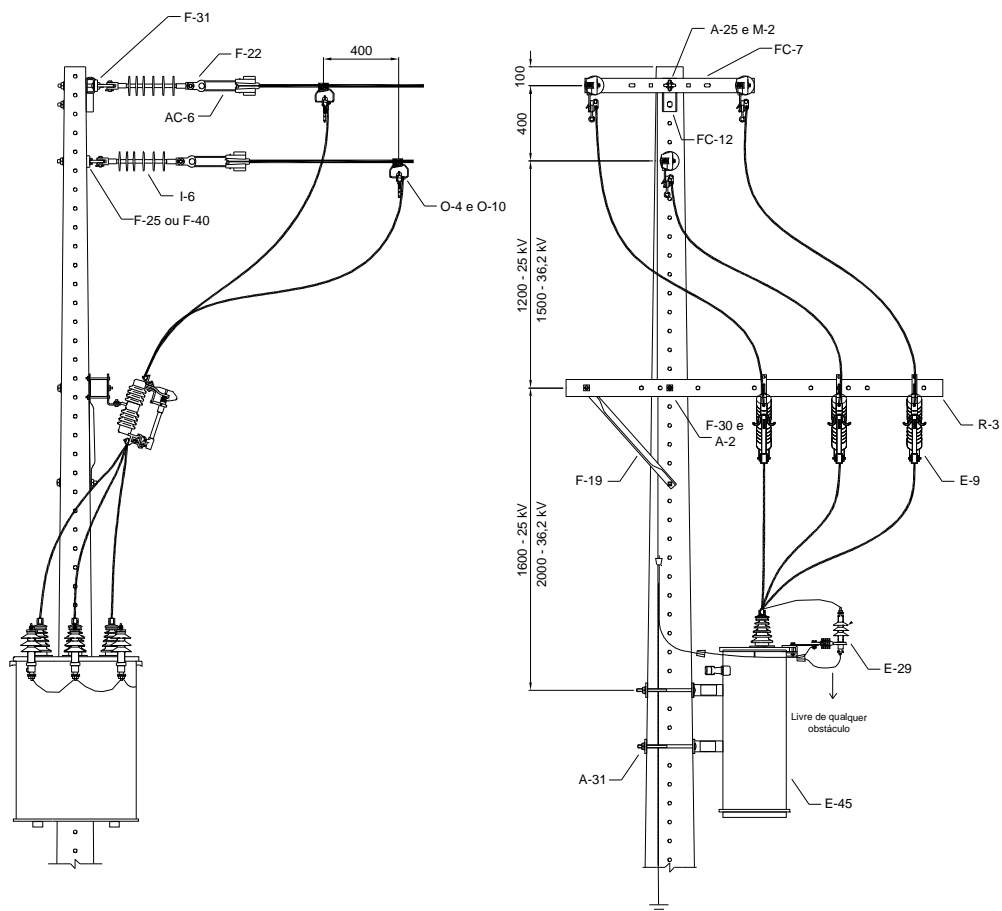
NOTA 1 – Para conexão do transformador, pode ser utilizado conector cunha de derivação com grampo de linha viva ou conector cunha de alumínio, com recomposição da cobertura.

NOTA 2 – Quando o transformador não tiver suporte para-raios fixado no tanque, devem ser instalados para-raios na estrutura imediatamente anterior.

NOTA 3 – Para ligação do transformador à chave fusível e desta à rede, utilizar o cabo coberto de cobre 16mm² – 15kV (Cód. 30377), conforme Especificação E-313.0075.

Figura 52 – Estrutura CE3-TR – Poste de Concreto de seção Circular

Dimensões em milímetros



Lista de materiais CE3-TR

Item	Quant.		Descrição	Item	Quant.		Descrição
	C	DT			C	DT	
A-2	2	7	Arruela quadrada	F-31	8	2	Parafuso de cabeça abaulada
A-25	1	1	Sapatilha	F-40	4	4	Porca olhal
A-30	2	-	Suporte de transformador em poste de concreto circular	F-45	1	-	Sela para cruzeta
A-31	-	2	Suporte de transformador em poste de concreto duplo T	FC-7	1	1	Perfil U
AC-6	3	3	Grampo ancoragem polimérico	FC-12	1	1	Fixador de perfil U
E-9	3	3	Chave fusível	I-6	3	3	Isolador bastão polimérico
E-29	3	3	Para-raios	M-2	1	1	Alça pré-formada de estai
E-45	1	1	Transformador de distribuição	O-4	3	3	Adaptador estribo cunha
F-10	5	-	Cinta para poste circular	O-10	3	3	Conector derivação linha viva
F-19	1	1	Mão francesa perfilada	P-1	1	-	Poste de concreto circular
F-22	3	3	Manilha-sapatilha	P-2	-	1	Poste de concreto duplo T
F-25	4	4	Olhal para parafuso	R-2	1	1	Cruzeta 2000mm
F-30	1	6	Parafuso de cabeça quadrada				



NOTA 1 – Para conexão do transformador, pode ser utilizado conector cunha de derivação com grampo de linha viva ou conector cunha de alumínio, com recomposição da cobertura.

NOTA 2 – Quando o transformador não tiver suporte para-raios fixado no tanque, devem ser instalados para-raios na estrutura imediatamente anterior.

NOTA 3 – Em áreas não arborizadas, a ligação da chave fusível ao transformador pode ser feita com cabo nu.

Figura 53 – Estrutura CE3-TR – Poste de Concreto de seção Circular



5.11. Amarrações, ancoragem e conexões

5.11.1. Disposições gerais

As amarrações utilizadas são as seguintes:

- a) anel de amarração elastomérico para espaçadores (cabo coberto e mensageiro);
- b) grampo de ancoragem polimérico (cabo coberto);
- c) alça pré-formada (cabo de aço);
- d) anel de amarração elastomérico para isolador tipo polimérico (cabo coberto);
- e) fio de alumínio coberto para isolador tipo polimérico (cabo coberto) e espaçadores (cabo coberto e mensageiro).

O fio de alumínio coberto utilizado para amarração deve possuir cobertura em XLPE e bitola de 10mm², código SAP 5265.

A ancoragem do cabo coberto deverá ser feita com o grampo de ancoragem polimérico. Caso a seção do cabo coberto seja maior que a seção aceita pelo grampo, alternativamente e após consulta à Celesc, a ancoragem poderá ser feita com alça pré-formada de distribuição própria para cabos cobertos.

Nos casos onde a conexão é realizada com conector derivação estribo e grampo de linha viva, se a área estiver sujeita a toques acidentais ou intensa arborização, deve ser utilizado o protetor de estribo e grampo de linha viva.

5.11.2. Recomposição da cobertura

- 1- Aplicar massa em forma de fita para isolamento elétrico com superposição de 50% da largura, uniformizando a superfície do cabo.

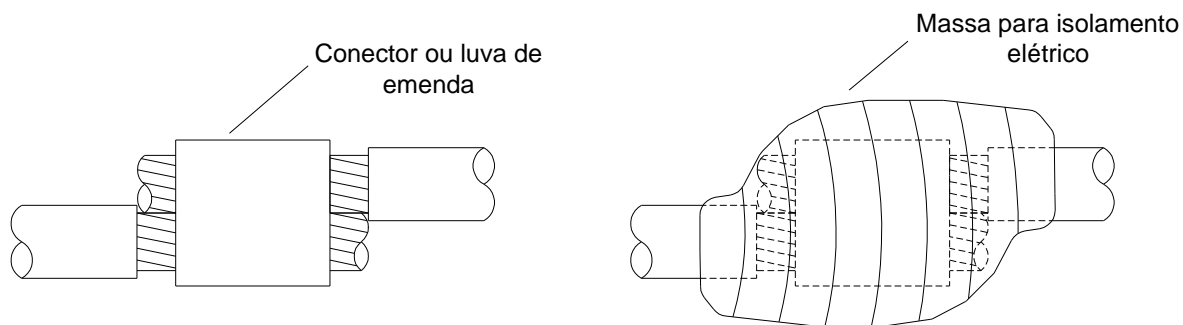


Figura 54 – Reconstituição da cobertura – aplicação de massa para isolamento elétrico e para uniformização da superfície da conexão

- 2- Aplicar 3 camadas de fita elétrica isolante autoaglomerante (autofusão) de alta tensão com superposição de 50% da largura, restabelecendo a cobertura protetora do cabo.

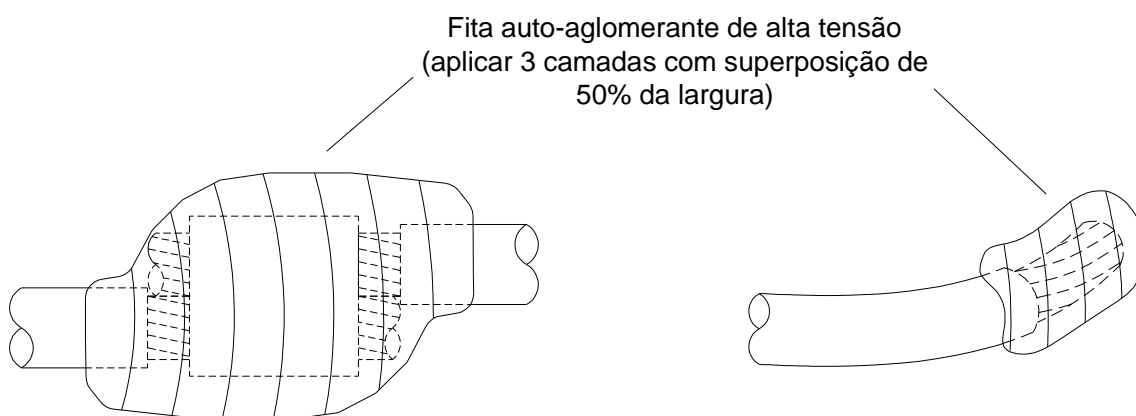
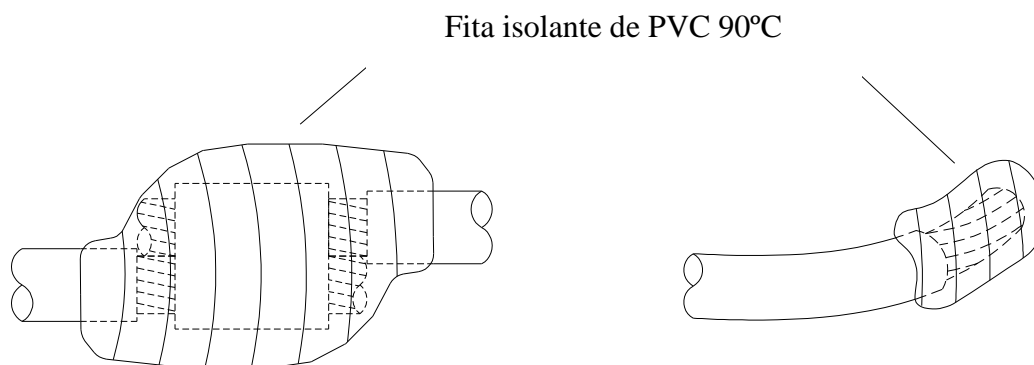


Figura 55 – Reconstituição da cobertura – aplicação da fita elétrica autoaglomerante de alta tensão para restabelecimento da cobertura isolante



- 3- Aplicar em seguida fita isolante de PVC 90°C com superposição de 50% da largura, resistente a radiação ultravioleta; trilhamento elétrico e à abrasão de galhos de árvores.



NOTA 1 – A cobertura da conexão também poderá ser feita com outros tipos de acessórios disponíveis no mercado (tipo capa de proteção).

Figura 56 – Reconstituição da cobertura – aplicação da fita isolante de PVC 90°C para acabamento sobre a fita autoaglomerante de alta tensão

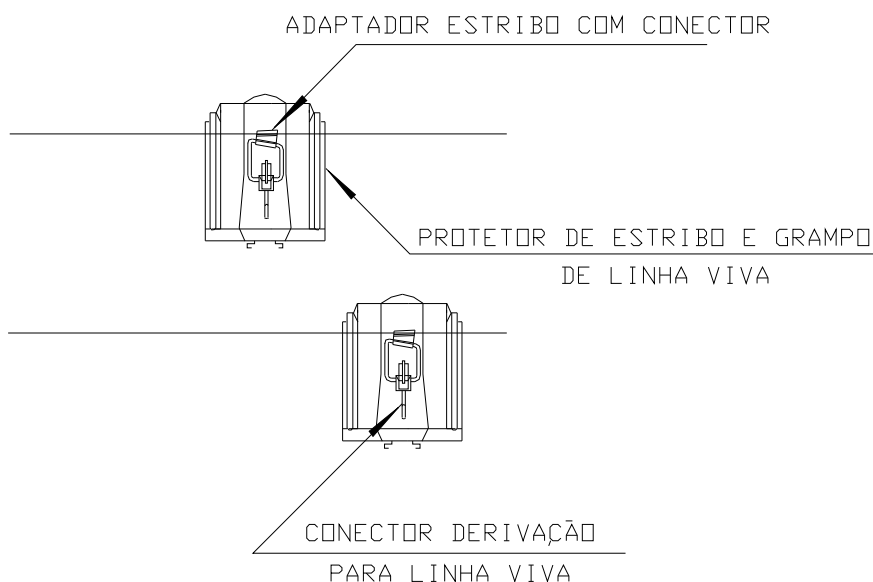


Figura 57 – Protetor de estribo e grampo de linha viva



5.11.3. Isolador Tipo Pino Polimérico

5.11.3.1. Isolador Tipo Pino Polimérico com Anel de Amarração

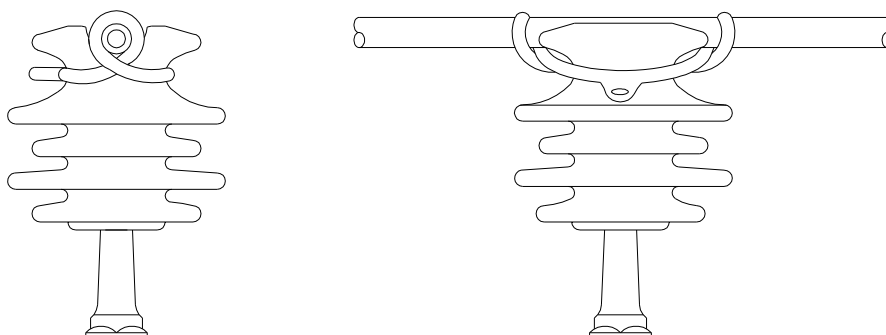


Figura 58 – Isolador polimérico com anel no topo

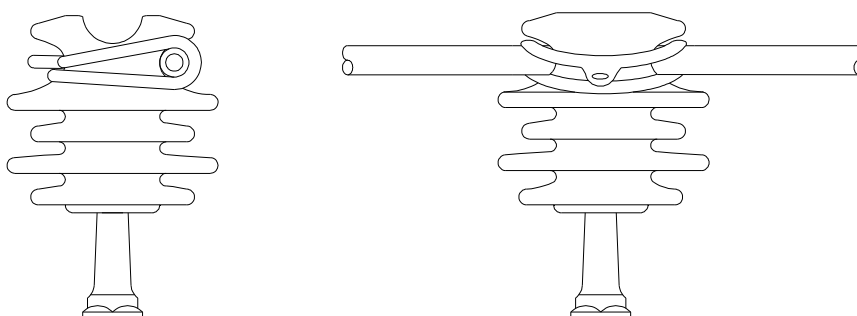


Figura 59 – Isolador polimérico com anel na lateral

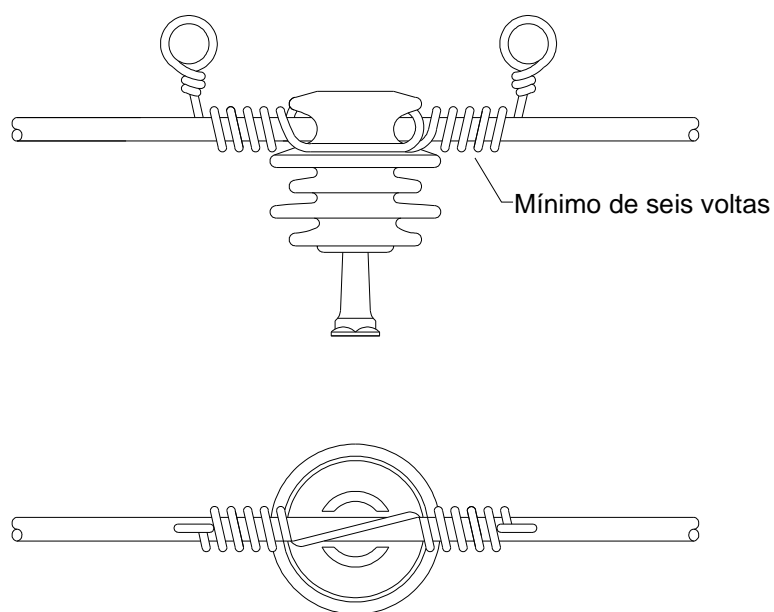


Figura 60 – Isolador polimérico com fio de alumínio coberto no topo

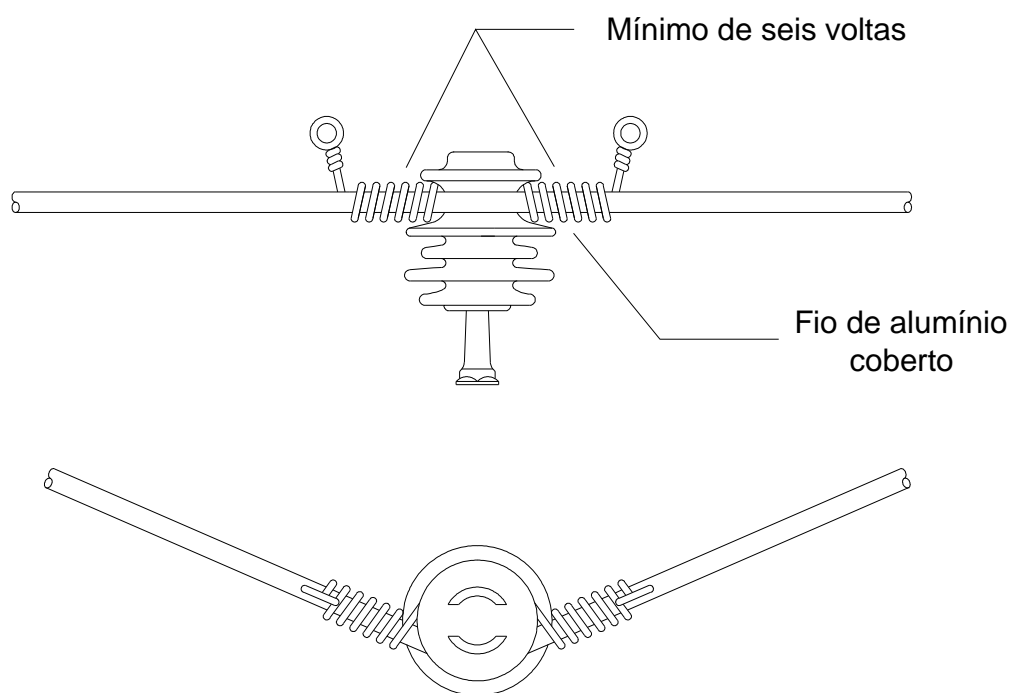


Figura 61 – Isolador polimérico com fio de alumínio coberto na lateral

5.11.4. Espaçadores

A amarração dos espaçadores poderá ser realizada conforme a Figura 62 e Figura 63. Alternativamente estes espaçadores podem ser substituídos por espaçadores autotravantes.

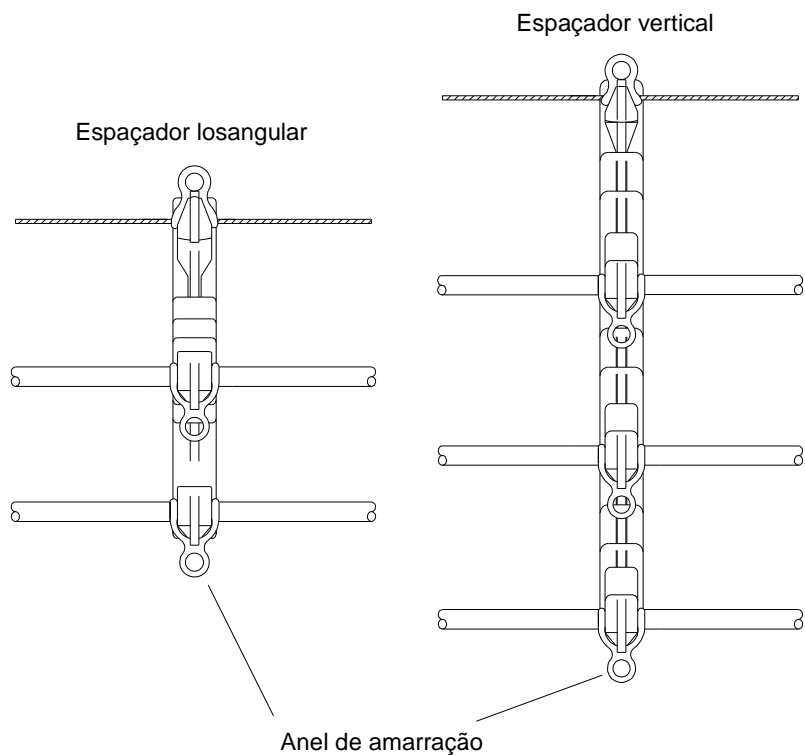


Figura 62 – Espaçador polimérico com anel.

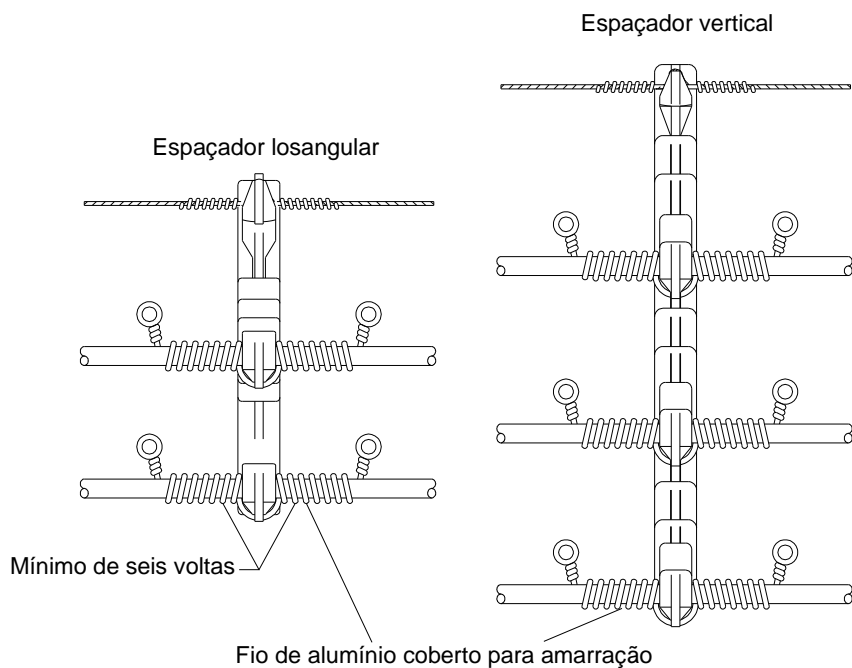


Figura 63 – Espaçador polimérico com fio de alumínio coberto.

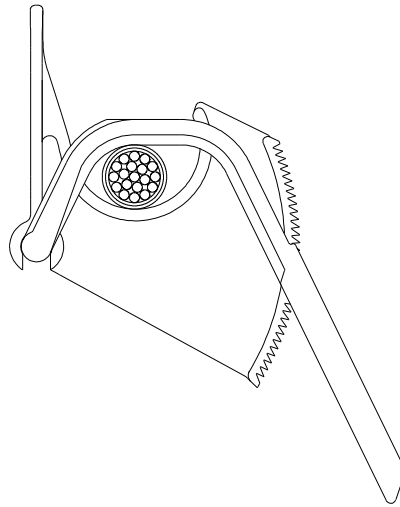


Figura 64 – Detalhe orientativo de um espaçador polimérico autotravante, para a amarração do cabo.

5.11.5. Amarração do mensageiro no espaçador

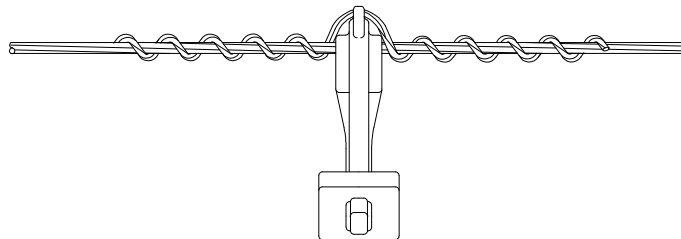


Figura 65 – Espaçador polimérico com pré-formado metálico.

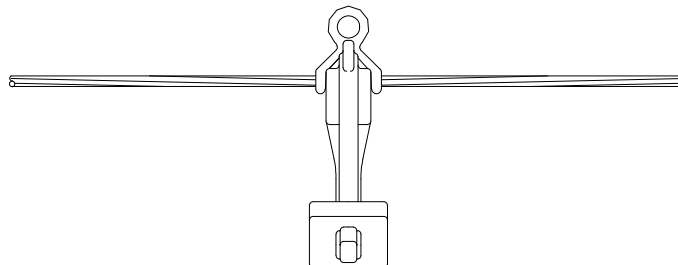


Figura 66 – Espaçador polimérico com anel.

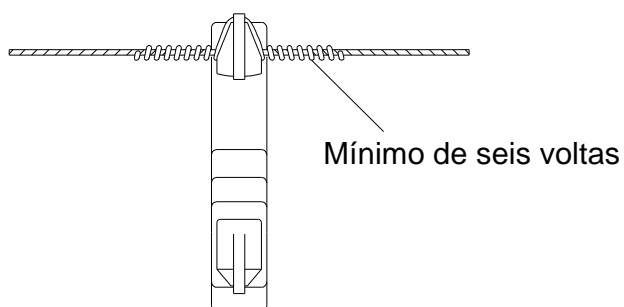


Figura 67 – Espaçador polimérico com fio de alumínio coberto.

5.11.6. Fixação do espaçador polimérico no estribo

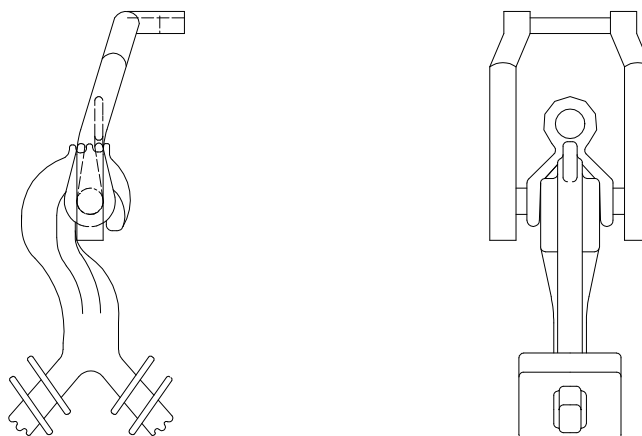


Figura 68 – Espaçador polimérico comanel

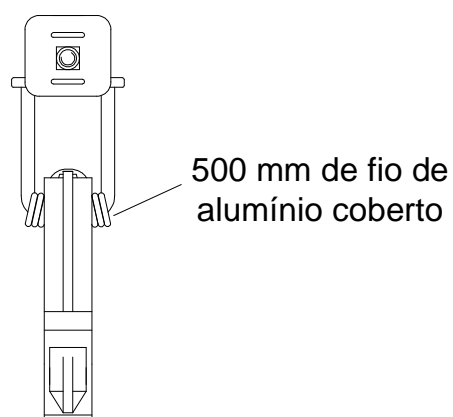
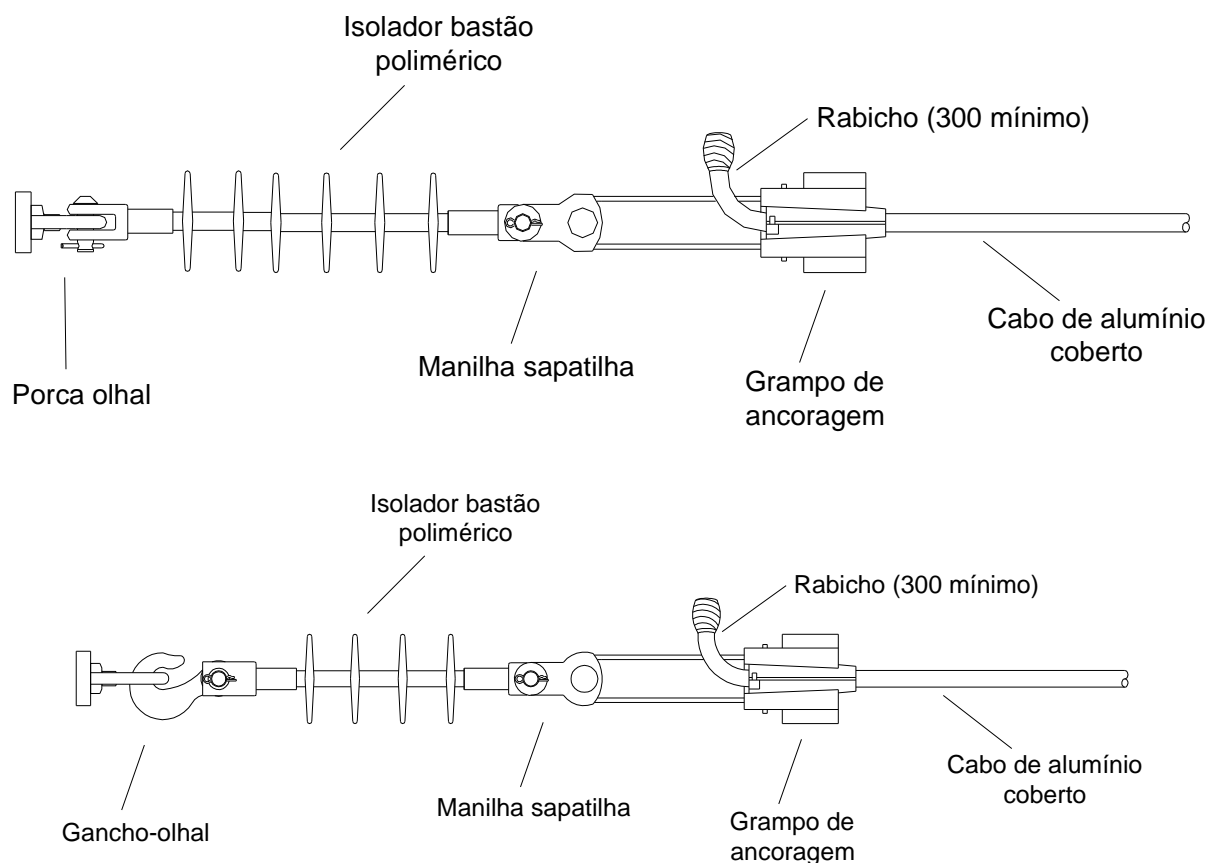


Figura 69 – Espaçador polimérico com fio de alumínio coberto.

5.11.7. Ancoragem

5.11.7.1. Ancoragem do cabo de alumínio coberto e cabo mensageiro.



NOTA – As dimensões e número de saias do isolador são apenas representativas. Utilizando ou não o gancho, nos dois casos devem ser utilizados o isolador padronizado para a classe de tensão da rede, conforme Especificação E-313.0046.

Figura 70 – Ancoragem Simples – Sem e com gancho olhal – cabo alumínio coberto.

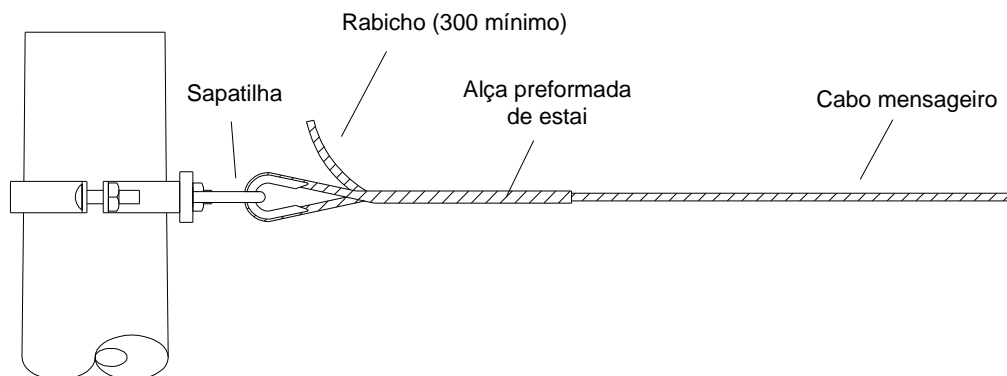
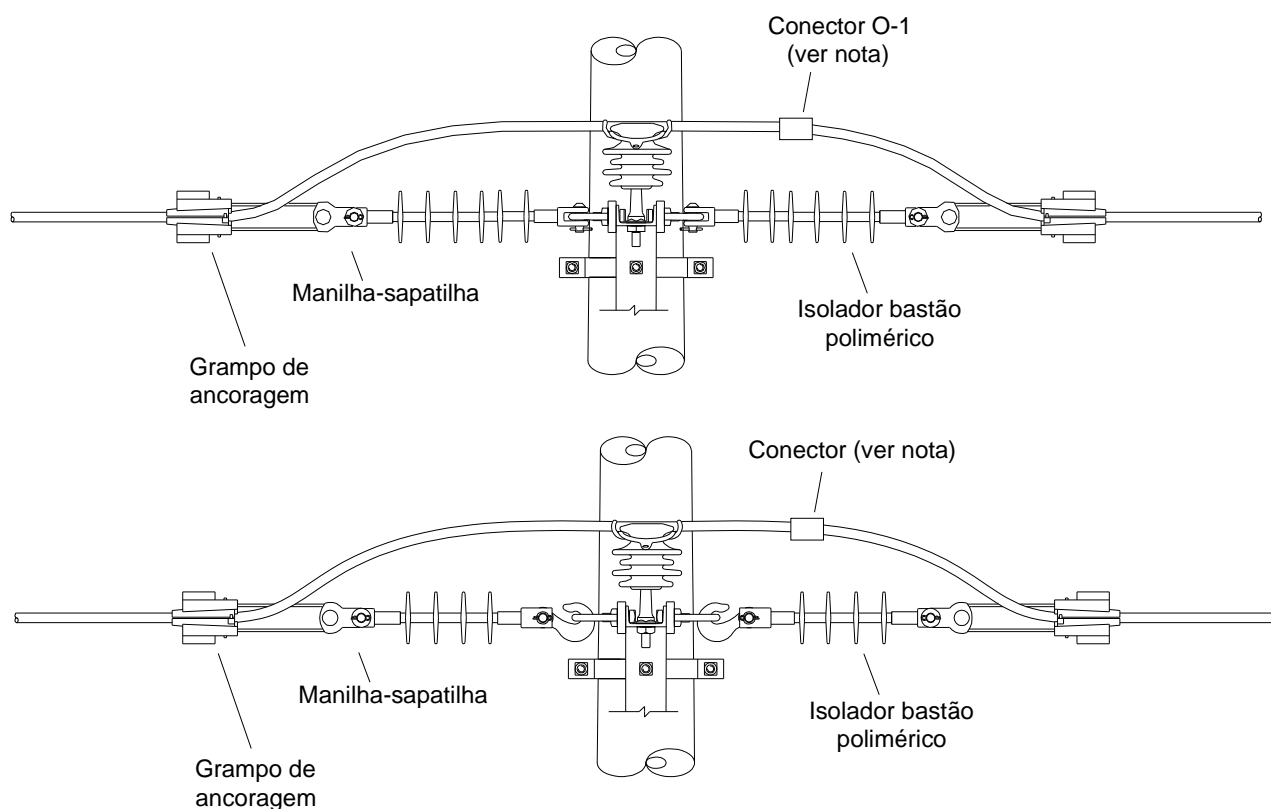


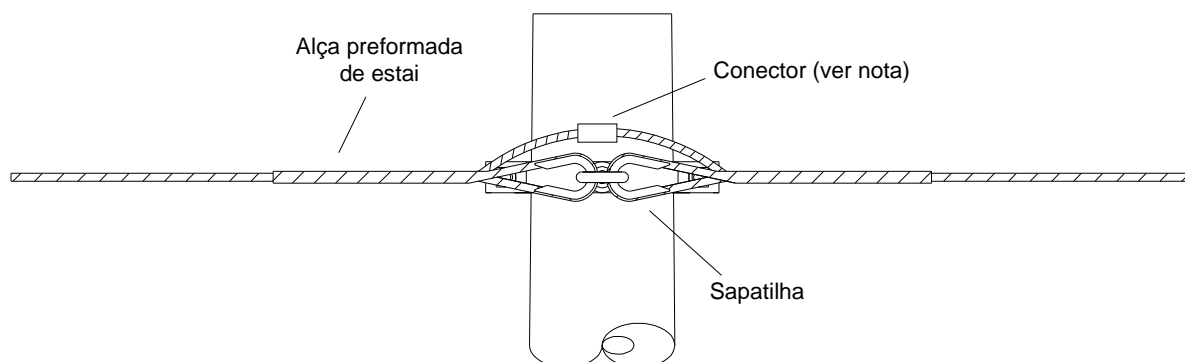
Figura 71 – Ancoragem Simples – cabo messageiro.



NOTA 1 – Evitar o seccionamento do cabo quando os cabos forem da mesma seção.

NOTA 2 – As dimensões e número de saias do isolador são apenas representativas. Nos dois casos, devem ser utilizados o mesmo isolador, padronizado na Especificação E-313.0046.

Figura 72 – Ancoragem Dupla – Sem e com gancho olhal – cabo alumínio coberto.



NOTA 1 – Evitar o seccionamento do cabo quando os cabos forem da mesma seção.

NOTA 2 – Devido ao dimensional da porca olhal, a situação de encabeçamento de 3 messageiros em um único ponto pode ser feito apenas no olhal para parafuso.

Figura 73 – Ancoragem dupla – cabo messageiro.

5.11.8. Derivações do cabo de alumínio coberto e cabo messageiro

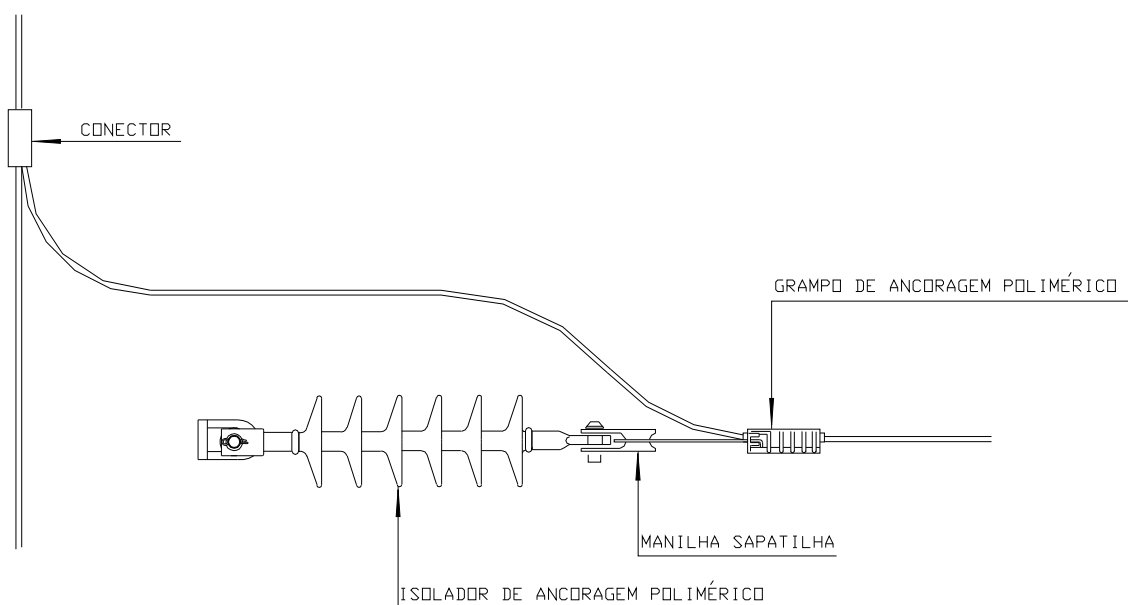


Figura 74 – Derivações – cabo alumínio coberto.

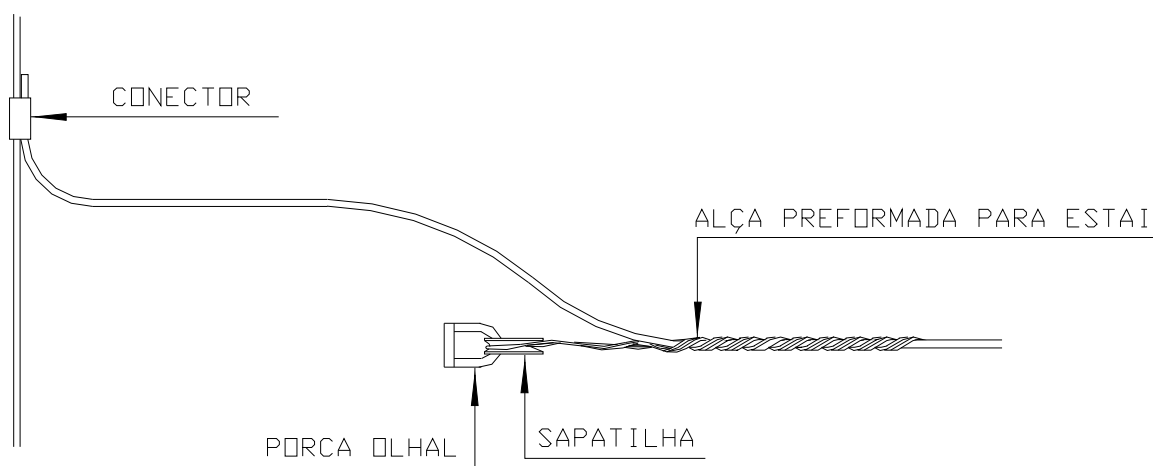


Figura 75 – Derivações – cabo messageiro.

5.12. Aterramento

5.12.1. Disposições Gerais

O cabo messageiro deve ser interligado ao neutro da rede secundária nas estruturas em que haja aterramento, estruturas de final de rede, a cada 200 metros no máximo ao longo da rede compacta e em estruturas com equipamentos.

Nos casos em que haja apenas rede primária, esta deve ser acompanhada por um condutor neutro.

Em áreas rurais, o aterramento do neutro e do cabo messageiro deve ser separado.

Os estais devem ser interligados ao cabo messageiro e aterrados.



5.12.2. Aterramento Temporário

No projeto da rede, deve ser prevista a instalação de adaptadores estribo para aterramento temporário, no máximo, a cada 300 metros da rede, respeitando os afastamentos contidos na Figura 4. O adaptador estribo (estribo de espera) deve ser utilizado para fixação do aterramento temporário.

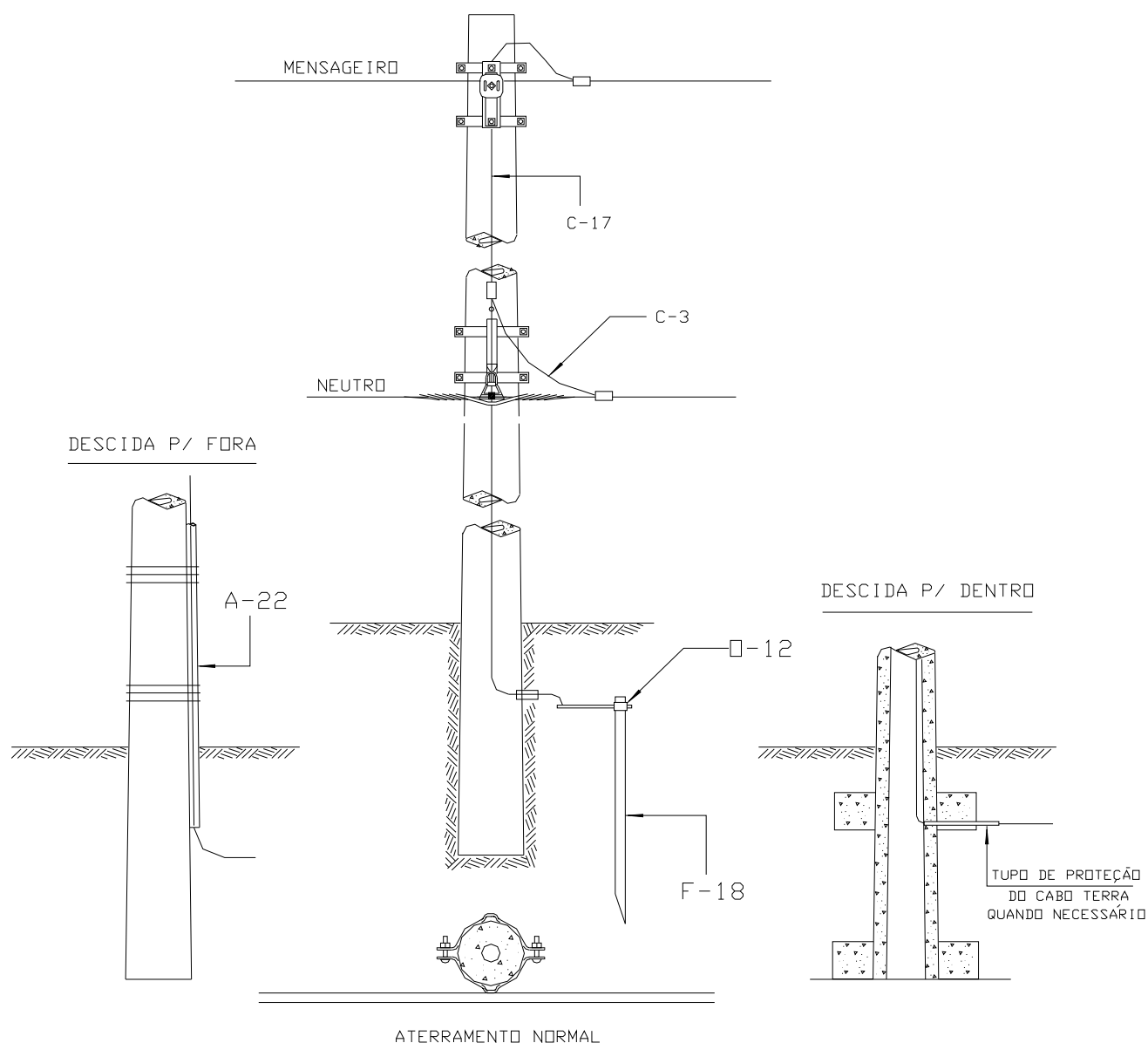
Os adaptadores estribo devem ser instalados em estruturas com ponto de fixação, por exemplo, CE2, CE3, CE4 e nas estruturas com equipamentos. Além disso, devem ser instalados nos dois lados (antes e após) das estruturas com equipamentos de manobra, respeitando a capacidade máxima de condução de corrente do condutor.

Podem ser utilizadas partes vivas de equipamentos como ponto de fixação do aterramento temporário.

Quando for necessário instalar aterramento temporário em redes já existentes, onde não há pontos vivos disponíveis, deve-se descascar o cabo e instalar o conector cunha com estribo.



5.12.3. Aterramento do Mensageiro ao Longo da Rede



NOTA 1 – Este tipo de aterramento deverá ser utilizado para aterrar o mensageiro a cada 200m de rede compacta, onde não exista outro aterramento.

NOTA 2 – Se houver estai no poste, interligá-lo ao cabo de descida do aterramento.

NOTA 3 – O cabo de descida deve ser interligado ao neutro da baixa tensão.

NOTA 4 – Em poste de concreto a ser instalado, passar o condutor de aterramento por dentro do poste, deixando os pontos acessíveis para o aterramento.

NOTA 5 – O tubo de proteção só deve ser orçado se o poste for engastado com base concretada.

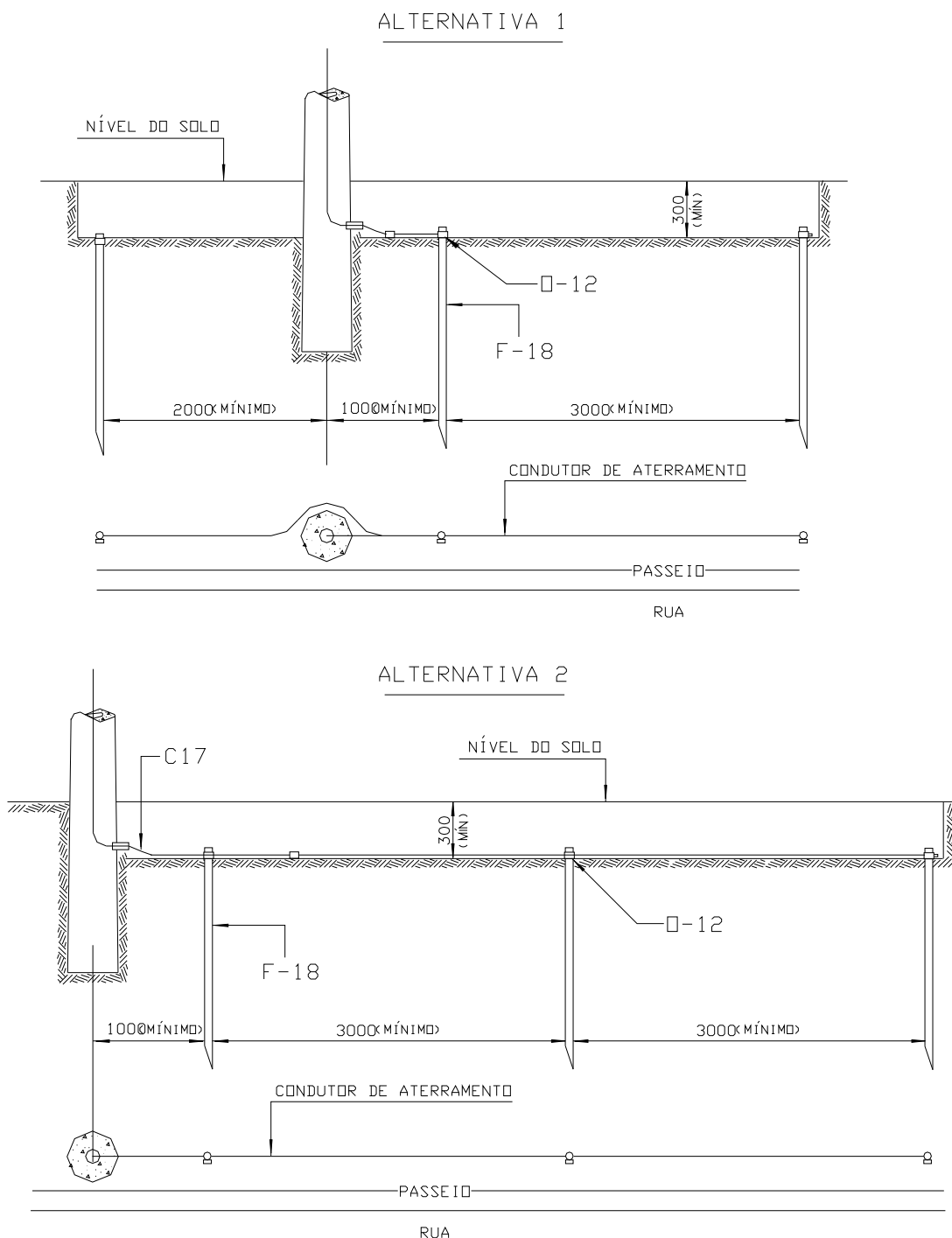
NOTA 6 – As conexões utilizadas devem estar de acordo com a Especificação E-313.0036.

Figura 76 – Aterramento do Mensageiro ao Longo da Rede



5.12.4. Aterramento de Para-raios

Dimensões em milímetros

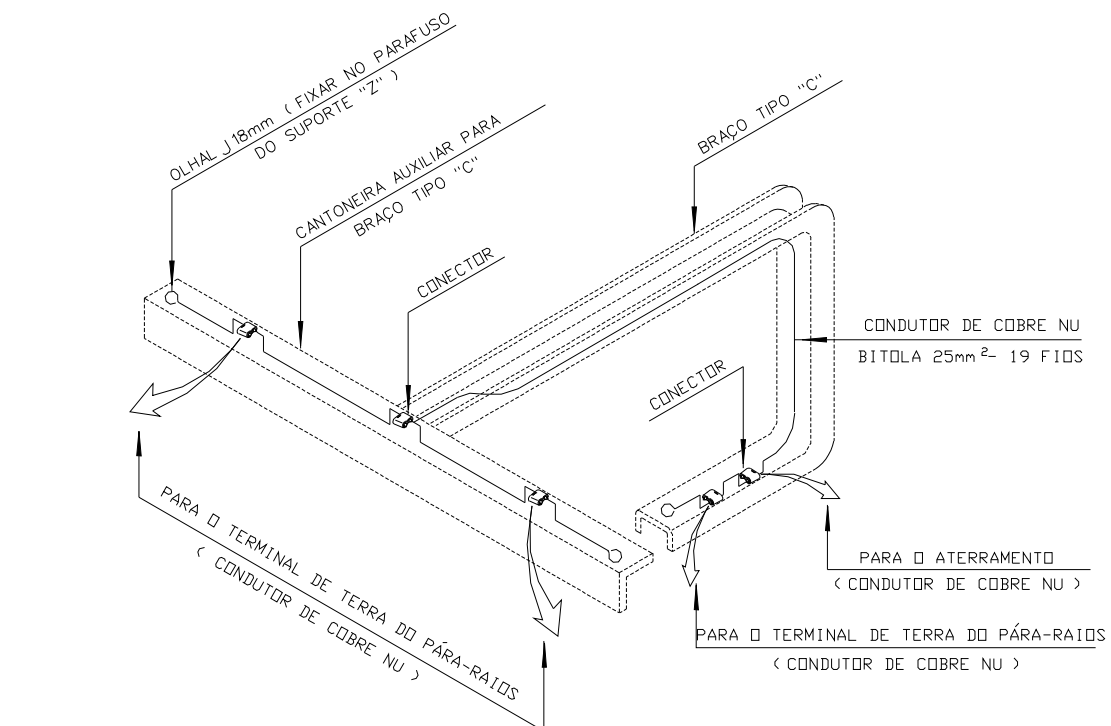


NOTA – As conexões utilizadas devem estar de acordo com a Especificação E-313.0036.

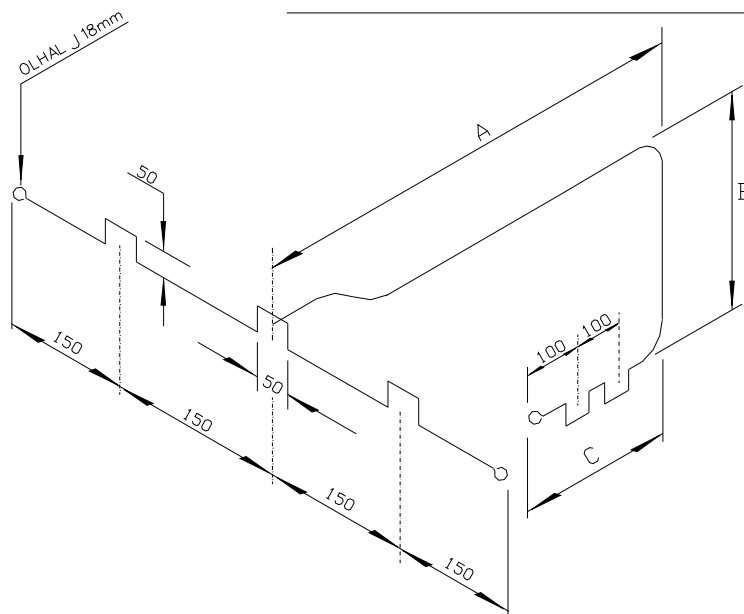
Figura 77 – Aterramento de para-raios



5.12.5. Aterramento de para-raios em estrutura tipo CE3



DETALHE DA BARRA DE ATERRAMENTO



TENSÃO (kV)	DIMENSÕES		
	A	B	C
13,8	580	370	365
34,5	640	430	470

Figura 78 – Aterramento de Para-raios em Estrutura tipo CE3



5.12.6. Aterramento de para-raios instalado no tanque do transformador

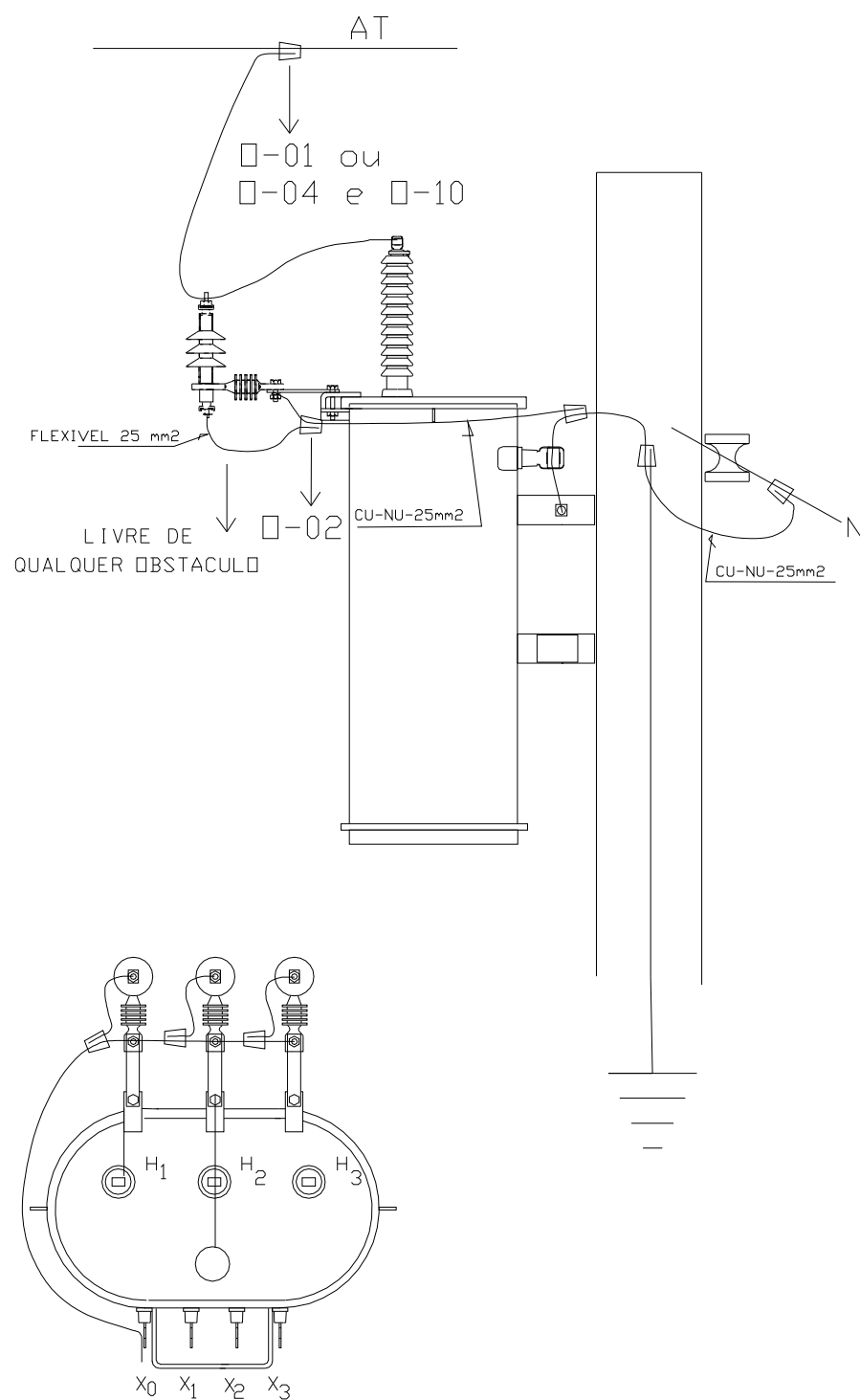


Figura 79 – Ligação dos para-raios instalados no tanque do transformador



5.13. Cruzamento Aéreo

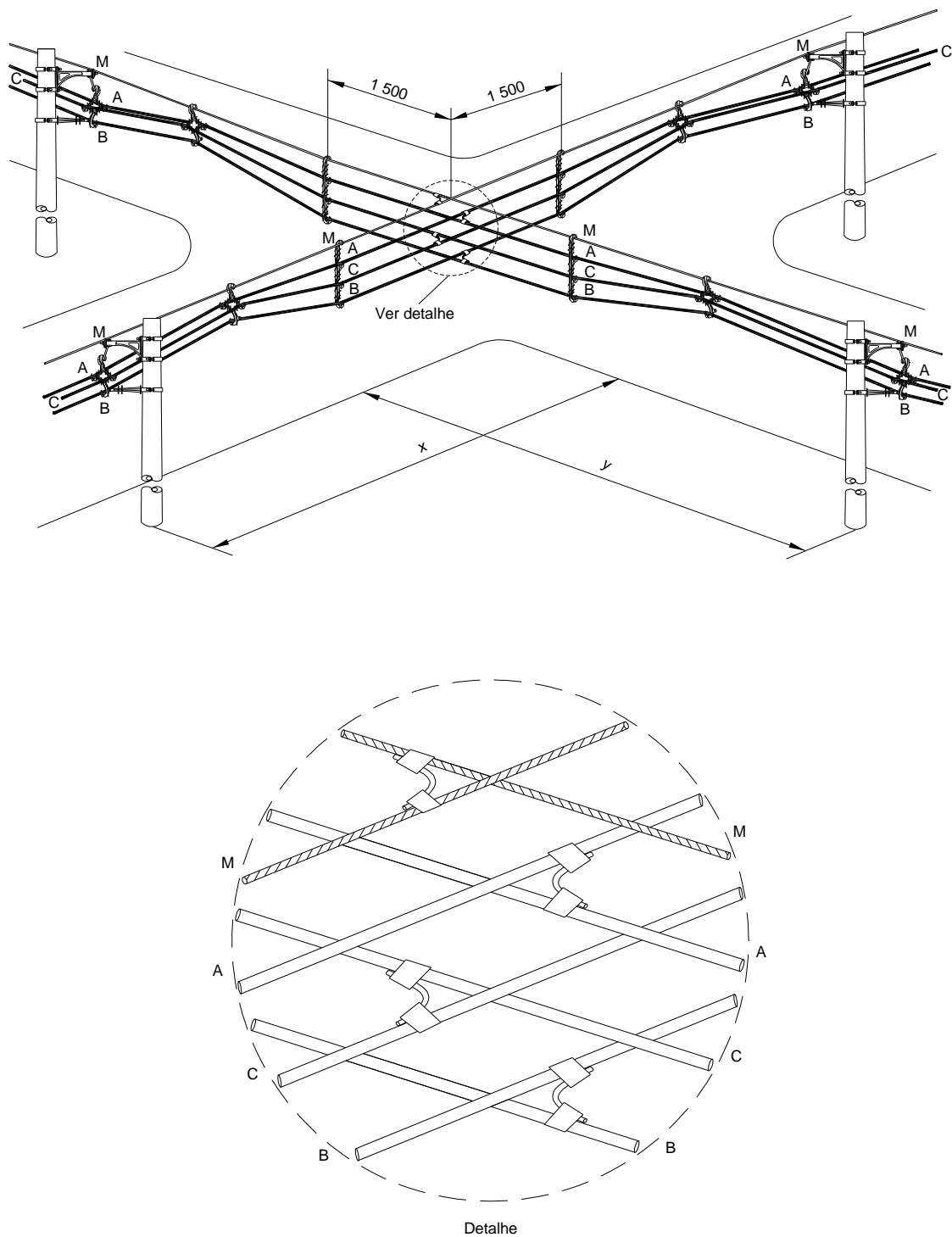
No cruzamento aéreo interligado com rede primária nua, a rede compacta deve ser posicionada em nível superior, efetuando-se as ligações com cabo coberto e observando-se a distância mínima entre circuitos definida no subitem 5.5.

No cruzamento de cabos de seções diferentes, o cabo de maior seção deve cruzar por cima do de menor seção e o cabo de ligação deve ser o de menor seção.

O projetista deve, sempre que possível, evitar o cruzamento aéreo em redes compactas.



Dimensões em milímetros



NOTA – As distâncias x e y devem ser iguais a no máximo 15 metros.

Figura 80 – Cruzamento aéreo – Rede compacta x Rede compacta



Dimensões em milímetros

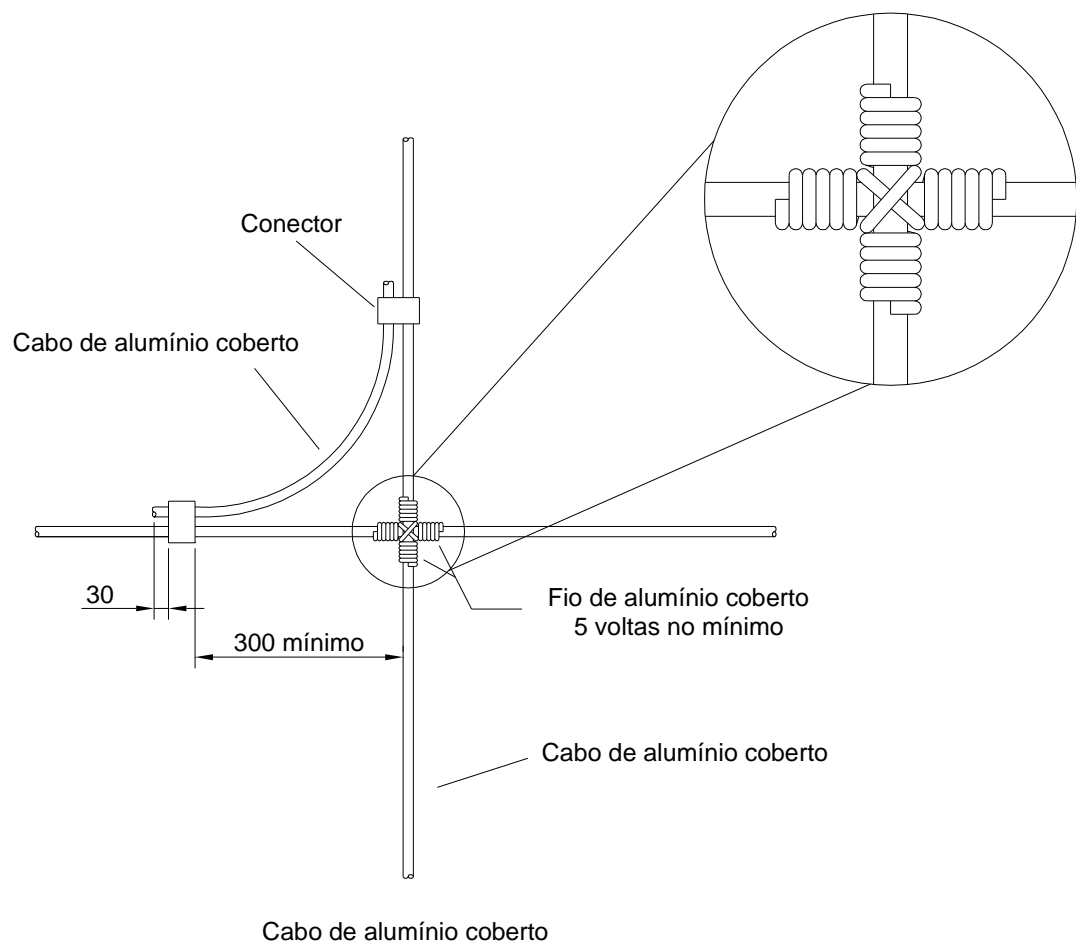
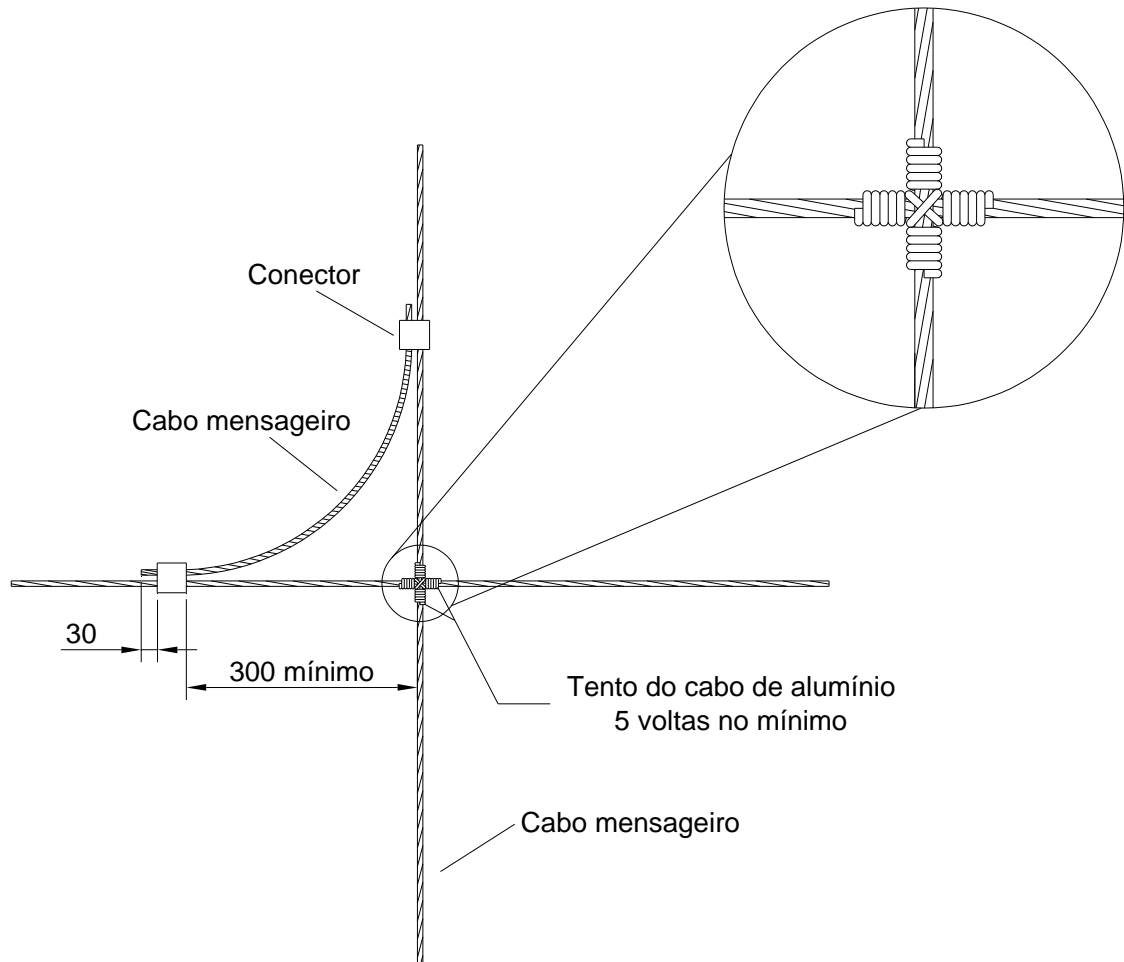


Figura 81 – Cruzamento aéreo – Cabo coberto



Dimensões em milímetros



NOTA – O messageiro de menor bitola deve cruzar por cima do de maior bitola.

Figura 82 – Cruzamento aéreo – Messageiro



6. DISPOSIÇÕES FINAIS

ABNT NBR 5101 – Iluminação Pública – Procedimento

ABNT NBR 5422 – Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica – Procedimento

ABNT NBR 5460 – Sistemas Elétricos de Potência – Terminologia

ABNT NBR 6535 – Sinalização de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica com Vista à Segurança da Inspeção Aérea – Procedimento

ABNT NBR 6547 – Ferragem de Linha Aérea – Terminologia

ABNT NBR 7276 – Sinalização de Advertência em Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica – Procedimento

ABNT NBR 8451-1 – Postes de Concreto Armado e Protendido para Redes de Distribuição e Transmissão de Energia Elétrica – Parte 1: Requisitos

ABNT NBR 8451-2 – Postes de Concreto Armado e Protendido para Redes de Distribuição e Transmissão de Energia Elétrica – Parte 2: Padronização de Postes para Redes de Distribuição de Energia Elétrica.

ABNT NBR 14165 – Via férrea – Travessia Elétrica – Requisitos

ABNT NBR 15237 – Esfera de Sinalização Diurna para Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica – Especificação

ABNT NBR 15238 – Sistema de Sinalização para Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica

ABNT NBR 15688 – Redes de Distribuição Aérea de Energia Elétrica com Condutores Nus

ABNT NBR 15992 – Redes de Distribuição Aérea de Energia Elétrica com Cabos Cobertos Fixados em Espaçadores para Tensões até 36,2 kV



I-313.0015 – Compartilhamento de Postes

I-313.0021 – Critérios para Utilização de Redes de Distribuição

E-313.0002 – Estruturas para redes aéreas convencionais de Distribuição

E-313.0007 – Acessórios e Ferragens de Distribuição

E-313.0010 – Especificação de Postes de Concreto Armado

E-313.0025 – Postes de Eucalipto Preservado

E-313.0032 – Especificação de Condutores de Cobre Nu

E-313.0036 – Conector Cunha

E-313.0041 – Cruzetas de Aço Tubular

E-313.0046 – Isoladores de Ancoragem Poliméricos para Redes de Distribuição

E-313.0048 – Equipamentos

E-313.0066 – Postes Polimérico de Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro

E-313.0075 – Cabos Cobertos para Redes de Distribuição Aérea Compacta em Espaçadores

E-313.0078 – Estruturas para Redes Multiplexadas de BT

NE-132E – Cruzetas Poliméricas

NE-103E – Espaçadores e Amarrações

NE-105E – Ferragens Rede Compacta

NE-106E – Acessórios Poliméricos para Rede Compacta



NE-109E – Cabo Mensageiro Rede Compacta

NE-140E – Amarrações para Redes Aéreas

NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade



7. ANEXOS

7.1. Características Físicas e Elétricas do Cabo Coberto

7.2. Trações e Flechas de Montagem

7.3. Postes de Concreto Armado Padronizados

7.4. Resistência Nominal dos Postes de Concreto Armado para a instalação de Transformadores

7.5. Materiais padronizados para Rede Compacta

7.6. Controle de Revisões e Alterações



7.7. Características Físicas e Elétricas do Cabo Coberto e da Rede

Tabela 7 – Características Físicas dos Cabos Cobertos

SEÇÃO (mm ²) / Material do condutor	Raio mínimo de curvatura (mm)	Tensão Nominal kV	Número de fios (mínimo)	Diâmetro Externo "D" Máximo (mm)	Massa Nominal Aproximada (kg / km)	Carga de Ruptura Mínima (daN)	Espessura Mínima da Cobertura (mm)	Código CELESC
16 - Cu	Ver Nota	15	6	11,6	220	n/a	2,50	30377
70 - Cu			12	18,0	720	n/a	3,00	31577
50 - Al			6	16,5	235	650		15750
185 - Al			30	24,3	695	2405		15748
50 - Al	122	25	6	18,7	385	650	4,00	15752
150 - Al	148		15	24,6	650	1950		15753
185 - Al	207	35	30	34,5	1150	2405	7,60	15758

Nota: cabos utilizados para a ligação de equipamento e ramais.

Tabela 8 – Capacidade de Condução de Corrente

Seção nominal mm ²	Tensão Nominal kV	CORRENTE NOMINAL (A)	
		Temperatura do condutor: 90°C	
		Temperatura ambiente	
		30°C	40°C
16 (Cu)	15	110	100
70 (Cu)		378	343
50 (Al)		248	225
185 (Al)		581	525
50 (Al)	25	247	224
150 (Al)		493	450
185 (Al)	35	549	497

NOTA 1 – Reatância indutiva calculada para espaçamento de 194mm (15kV) e 285 mm (25/35kV).

NOTA 2 – Temperatura de operação em regime permanente de 90° C para material termofixo (XLPE).

NOTA 3 – Capacidade de condução de corrente calculada para velocidade do vento de 2,2km/h.



Tabela 9 – Características Elétricas dos Cabos Cobertos e da Rede Compacta Trifásica

SEÇÃO mm ²	TENSÃO NOMINAL kV	RESISTÊNCIA	REATÂNCIA INDUTIVA	IMPEDÂNCIAS DE SEQUÊNCIAS	
		90°C Ω/km	Ω/km	XLPE (90 °C)	
				Z0	Z1 = Z2
				Ω/km	
50 (Al)	15	0,822	0,3065	0,9995+j2,4082	0,8218+j0,3065
185 (Al)		0,210	0,2575	0,3879+j2,3589	0,2102+j0,2575
50 (Al)	25	0,822	0,3354	0,9995+j2,4368	0,8218+j0,3354
150 (Al)		0,264	0,2952	0,4418+j2,3966	0,2641+j0,2952
185 (AL)	35	0,210	0,2864	0,3879+j2,3878	0,2102+j0,2864

Tabela 10 – Queda de Tensão da Rede Compacta Trifásica

SEÇÃO mm ²	TENSÃO NOMINAL kV	COEFICIENTE DE QUEDA DE TENSÃO			
		90°C			
		COS φ = 1,0	COS φ = 0,9	COS φ = 0,85	COS φ = 0,80
		% /MVA.km			
50 (Al)	15	0,4320	0,4592	0,4527	0,4424
185 (Al)		0,1102	0,1586	0,1652	0,1692
50 (Al)	25	0,1538	0,1660	0,1640	0,1607
150 (Al)		0,0494	0,0687	0,0712	0,0726
185 (AL)	35	0,0176	0,0264	0,0277	0,0285



7.8. Trações e Flechas de Montagem

Durante a montagem das redes compactas são feitos o lançamento, tracionamento e ancoragem do cabo mensageiro e, só então, são lançados os cabos fases e colocados os espaçadores.

Para permitir a montagem da rede, existem as tabelas para a situação inicial (só o mensageiro lançado) e situação final (rede completa, com mensageiro e fases). Durante o tracionamento do mensageiro, a tração a ser aplicada é aquela da situação inicial e deve, obrigatoriamente, ser verificada com um dinamômetro. Após a montagem da rede completa, a tração no cabo mensageiro será aquela mostrada na tabela da situação final.

A tração de projeto é a máxima tração a que estará sujeito o condutor durante a sua vida útil, observados os estados básicos de montagem adotados. As flechas a serem observadas na montagem dos cabos cobertos estão mostradas nas tabelas seguintes.

As trações de montagem para os cabos cobertos padronizados estão mostradas nas tabelas a seguir.

7.8.1. TRAÇÕES INICIAIS PARA O CABO MENSAGEIRO

Tração Inicial para o cabo mensageiro para o cabo coberto de 50mm².

TRAÇÕES DE MONTAGEM INICIAL (daN)												
CABO MENSAGEIRO 9,5mm ² e CABOS COBERTOS 50mm ²												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	23	22	20	19	18	17	16	15	15	14	14	13
10	44	41	39	36	35	33	32	30	29	28	27	26
15	63	59	56	53	50	48	46	44	43	42	40	39
20	79	75	71	68	65	62	60	58	56	54	53	51
25	94	89	85	81	78	75	73	70	68	66	64	63
30	94	91	87	85	82	80	77	75	73	72	70	69
35	94	92	89	87	85	83	81	79	77	76	74	73
40	94	92	90	88	87	85	83	82	81	79	78	77
45	94	93	91	89	88	87	85	84	83	82	81	80
50	94	93	92	90	89	88	87	86	85	84	83	82

Tração Inicial para o cabo mensageiro para o cabo coberto de 185mm².

TRAÇÕES DE MONTAGEM INICIAL (daN)												
CABO MENSAGEIRO 9,5mm ² e CABOS COBERTOS de 150 e 185mm ²												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	24	22	21	19	18	17	16	16	15	15	14	14
10	46	43	40	37	35	34	32	31	30	29	28	27
15	65	61	57	54	51	49	47	45	44	42	41	40
20	82	77	73	70	66	64	61	59	57	55	53	52
25	97	92	88	84	80	77	74	72	69	67	65	64
30	111	105	101	97	93	90	86	84	81	79	77	75
35	120	115	110	106	103	99	96	93	91	88	86	84
40	119	115	112	108	105	102	100	97	95	93	91	89
45	119	115	113	110	107	105	103	100	98	97	95	93
50	118	116	113	111	109	107	105	103	101	99	98	96



7.8.2. FLECHA FINAL PARA TODOS OS CABOS

FLECHAS (m)												
FLECHA FINAL PARA TODOS OS CABOS												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	0,00	0,01	0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09
10	0,02	0,03	0,04	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,18	0,19
15	0,04	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,29
20	0,08	0,11	0,14	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,40
25	0,14	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,50	0,52
30	0,30	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,54	0,58	0,61	0,64	0,67	0,69
35	0,49	0,54	0,58	0,62	0,66	0,70	0,73	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89
40	0,71	0,76	0,80	0,84	0,88	0,91	0,95	0,98	1,02	1,05	1,08	1,11
45	0,96	1,00	1,05	1,09	1,12	1,16	1,20	1,23	1,27	1,30	1,33	1,36
50	1,24	1,28	1,32	1,36	1,40	1,44	1,47	1,51	1,54	1,58	1,61	1,64

7.8.3. TRAÇÕES FINAIS DE MONTAGEM – REDE DE 15kV.

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 1x50+9,5 (mm ²) 15kV												
TRAÇÃO DE PROJETO: 165 daN												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	36	33	31	29	28	27	25	24	23	23	22	21
10	68	64	60	57	54	52	50	48	46	45	43	42
15	96	91	86	82	78	75	72	70	68	65	63	62
20	121	115	110	105	101	97	94	91	88	85	83	81
25	141	135	130	125	120	116	112	109	106	103	100	98
30	143	138	134	130	126	123	120	117	114	112	109	107
35	143	140	136	133	130	128	125	122	120	118	116	114
40	144	141	138	136	133	131	129	127	125	123	121	119
45	144	142	140	138	136	134	132	130	128	127	125	123
50	144	142	141	139	137	135	134	132	131	129	128	127



TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x50+9,5 (mm ²) 15kV												
TRAÇÃO DE PROJETO: 311 daN												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	61	56	53	50	47	45	43	42	40	39	37	36
10	113	107	101	96	92	88	84	81	79	76	74	72
15	159	151	144	138	133	128	123	119	115	112	109	106
20	201	192	184	177	170	165	159	154	150	145	142	138
25	235	226	217	210	203	197	191	186	180	176	171	167
30	240	232	226	220	214	209	204	199	195	190	187	183
35	243	237	232	226	222	217	213	209	205	201	198	195
40	244	240	235	231	227	223	220	216	213	210	207	204
45	245	242	238	235	231	228	225	222	219	216	214	211
50	246	243	240	237	234	231	229	226	224	221	219	217

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x185+9,5 (mm ²) 15kV												
TRAÇÃO DE PROJETO: 590 daN												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	130	122	116	110	105	100	96	93	89	87	84	81
10	239	228	218	209	201	194	187	181	175	170	165	161
15	335	322	311	300	290	280	272	264	256	249	243	237
20	422	408	395	383	371	361	351	341	332	324	316	309
25	495	481	468	455	443	431	421	410	401	392	383	375
30	516	503	492	481	470	460	451	442	433	425	417	410
35	529	518	508	499	490	481	473	465	457	450	443	436
40	537	528	520	512	504	497	489	482	476	469	463	457
45	542	535	528	521	514	508	501	495	490	484	478	473
50	546	540	534	528	522	516	511	505	500	495	490	486



7.8.4. TRAÇÕES FINAIS DE MONTAGEM – REDE DE 25kV.

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 1x50+9,5 (mm ²) 25kV												
TRAÇÃO DE PROJETO: 196 daN												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	44	41	38	36	34	33	31	30	29	28	27	26
10	83	78	73	70	66	63	61	59	57	55	53	52
15	117	111	105	100	96	92	89	86	83	80	78	76
20	147	140	134	129	124	119	115	111	108	105	102	99
25	172	165	158	153	147	142	138	134	130	127	123	120
30	174	169	164	159	155	151	147	144	140	137	134	132
35	176	172	167	164	160	157	154	151	148	145	143	140
40	177	173	170	167	164	161	158	156	153	151	149	147
45	177	174	172	169	167	164	162	160	158	156	154	152
50	178	175	173	171	169	167	165	163	161	159	158	156

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x50+9,5 (mm ²) 25kV												
TRAÇÃO DE PROJETO: 398 daN												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	84	78	74	70	66	63	61	58	56	54	53	51
10	155	147	140	133	128	123	118	114	110	107	104	101
15	218	209	200	192	185	178	172	166	161	157	152	148
20	275	264	254	245	237	229	222	216	210	204	199	194
25	322	311	301	291	282	274	267	259	253	246	241	235
30	331	322	314	306	299	292	285	279	273	267	262	257
35	337	330	323	316	310	304	298	293	288	283	278	274
40	341	335	329	323	318	313	308	303	299	295	290	286
45	343	338	333	328	324	320	315	311	307	304	300	296
50	345	340	336	332	328	325	321	317	314	311	307	304



TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x150+9,5 (mm ²) 25kV												
TRAÇÃO DE PROJETO: 567 daN												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	123	116	109	104	99	95	91	88	85	82	79	77
10	227	216	207	198	190	183	177	171	166	161	156	152
15	319	306	295	284	274	266	257	250	242	236	230	224
20	401	387	375	363	352	342	332	323	315	307	299	292
25	471	457	444	431	420	409	398	389	379	371	363	355
30	489	477	466	456	446	436	427	418	410	402	395	388
35	501	491	482	473	464	456	448	440	433	426	419	413
40	509	500	492	485	477	470	463	456	450	444	438	432
45	514	507	500	493	487	481	475	469	463	458	452	447
50	517	511	505	499	494	488	483	478	473	468	464	459

7.8.5. TRAÇÕES FINAIS DE MONTAGEM – REDE DE 35kV.

TRAÇÕES DE MONTAGEM (daN)												
REDE COM CABO 3x185+9,5 (mm ²) 35kV												
TRAÇÃO DE PROJETO: 882 daN												
VÃOS (m)	TEMPERATURAS (°C)											
	SEM VENTO											
	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
5	194	184	175	167	160	154	148	143	138	134	130	126
10	355	341	328	316	305	295	286	278	269	262	255	248
15	497	482	467	453	439	427	415	404	394	384	375	366
20	627	610	593	578	563	549	536	523	511	500	489	478
25	738	721	704	687	672	657	643	629	616	604	592	580
30	776	761	746	731	717	704	691	679	667	656	645	634
35	802	788	775	762	750	738	727	716	705	695	685	675
40	819	807	795	784	774	763	753	743	734	725	716	707
45	830	820	810	800	791	782	773	764	756	748	740	732
50	838	829	821	812	804	796	788	780	773	766	758	752



7.9. Postes de Concreto Armado Padronizados

Postes Duplo T					Postes Circulares				
Comprimento nominal			Carga nominal	Código CELESC	Comprimento nominal			Carga nominal	Código CELESC
Item	L±0,05	Tipo	C _n		Item	L ± 0,05	Tipo	C _n	
	m		daN			m		daN	
1	10	D	150	4798	1	10	C-14	150	4627
2		B	300	4800	2	11	C-29	1 500	4695
3			600	4804	3		C-33	2 000	4697
4	11	B-1,5	1 000	4801	4	12	C-17	300	4640
5		B	300	4807	5		C-19	600	4642
6			600	4815	6		C-23	1 000	4644
7	12	B-1,5	1 000	4818	7		C-29	1 500	4645
8		B	300	4820	8		C-33	2 000	4652
9			600	4851	9		C-39	2 500	4704
10	13	B-1,5	1 000	4823	10	13	C-29	1 500	4685
11		B	600	4819	11		C-33	2 000	4652
12		B-1,5	1 000	4824	12		C-39	2 500	4689
13	15	B	600	4839	13		C-43	3 000	13795
14		B-1,5	1 000	4879					

Notas:

- 1 – Postes distintos desta lista serão considerados especiais e devem ser tratados pontualmente.
- 2 – A utilização do poste duplo T 10/150 tipo D e do circular 10/150 fica restrita a áreas rurais, periferias de áreas urbanas onde não exista a previsão de lançamento do 2º circuito dentro do prazo mínimo de 10 anos, respeitando-se as exigências e distâncias mínimas constantes nesta Especificação.
- 3 – A montagem das estruturas em poste duplo T 10/150 tipo D e do circular 10/150 deve ocorrer obrigatoriamente com o poste implantado.
- 4 – O poste duplo T 10/150 tipo D e do circular 10/150 não poderá ser utilizado em áreas urbanas e loteamentos.
- 5 – Nos loteamentos, a critério do empreendedor, poder-se-á utilizar postes circulares com o mesmo carregamento dos postes duplo T.
- 6 – Os postes da tabela acima podem ser substituídos por postes poliméricos em PRFV (fibra) conforme E-313.0066.
- 7 – Nas redes monofásicas em áreas rurais, devem-se utilizar preferencialmente postes de madeira de eucalipto preservado conforme a E-313.0025.



7.10. Resistência Nominal dos Postes de Concreto Armado para a instalação de Transformadores

Potência do transformador (kVA)	Resistência mecânica mínima do poste (daN)	Massa máxima do transformador (kg)
até 75	300	600
112,5 a 225	600	1200
225 a 300	1000	1500

NOTAS:

- 1 – Os postes indicados na tabela acima são para estruturas tangentes ou passantes, com ângulo máximo de 5°. Situações distintas devem ser calculadas particularmente;
- 2 – Para transformadores mais antigos, é imprescindível a conferência da sua massa para a aplicação do poste.



7.11. Materiais padronizados para Rede Compacta

ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO CELESC SAP MM
1	<u>CABO COBERTO - E-313.0075</u>	
1.1	CABO COBERTO 15 kV - 50 mm ²	15750
1.2	CABO COBERTO 15 kV - 185 mm ²	15748
1.3	CABO COBERTO 25 kV - 50 mm ²	15752
1.4	CABO COBERTO 25 kV - 150 mm ²	15753
1.5	CABO COBERTO 35 kV - 185 mm ²	15758
2	<u>ESPAÇADORES - NE-103E</u>	
2.1	ESPAÇADOR LOSANGULAR 15 kV	15763
2.2	ESPAÇADOR LOSANGULAR 25/35 kV	15765
2.3	ESPAÇADOR VERTICAL 15 kV	15766
2.4	ESPAÇADOR VERTICAL 25 / 35 kV	16779
2.5	ESPAÇADOR MONOFÁSICO 15 kV	26404
2.6	ESPAÇADOR MONOFÁSICO 25 / 35 kV	26402
2.7	ANEL DE AMARRAÇÃO P/ ESPAÇADORES (kit)	15782
3	<u>ISOLADOR DE ANCORAGEM POLIMÉRICO – E-313.0046</u>	
3.1	ISOLADOR DE ANCORAGEM POLIMÉRICO 25 kV	14168
3.2	ISOLADOR DE ANCORAGEM POLIMÉRICO 35 KV	14167
4	<u>ISOLADOR TIPO PINO POLIMÉRICO - NE-107E</u>	
4.1	ISOLADOR TIPO PINO POLIMÉRICO 15 KV	16331
4.2	ISOLADOR TIPO PINO POLIMÉRICO 25 KV	16332
4.3	ISOLADOR TIPO PINO POLIMÉRICO 35 KV	16333
5	<u>CABO MENSAGEIRO - NE-109E</u>	
5.1	CABO MENSAGEIRO – AÇO ZINCADO	36240
5.2	CABO MENSAGEIRO – AÇO ALUMÍNIO	36242
5.3	CABO MENSAGEIRO – ALUMÍNIO LIGA	36243
6	<u>FERRAGENS PARA REDES COMPACTAS- NE-105E</u>	
6.1	AFASTADOR DE BRAÇO L	17515
6.3	BRAÇO L – 25 / 35 kV	15785
6.5	BRAÇO C – 25 / 35 kV	15787
6.6	CANTONEIRA AUXILIAR PARA BRAÇO TIPO C	15791
6.7	ESTRIBO PARA BRAÇO L	15792
6.8	PERFIL U	18955
6.9	PINO CURTO PARA ISOLADOR TIPO PINO – 15 kV	16604
6.10	PINO CURTO PARA ISOLADOR TIPO PINO – 25 / 35 kV	17518
6.11	SUPORTE Z	15790
6.13	SUPORTE AFASTADOR HORIZONTAL – 25 / 35 kV	18957
6.15	SUPORTE HORIZONTAL – 25 / 35 kV	17519



7 ACESSÓRIOS - NE-106E

	ANEL DE AMARRAÇÃO P/ ISOL. TIPO PINO POLIM.	
7.1	ANEL DE AMARRAÇÃO	18903
	BRAÇO ANTI-BALANÇO	
7.2	BRAÇO ANTI-BALANÇO 25 / 35 kV	15789
	COBERTURA DE EMENDA P/ CABO COBERTO	
7.3	COBERTURA DE EMENDA P/ CABO COBERTO 15 Kv	18904
7.4	COBERTURA DE EMENDA P/ CABO COBERTO 25 kV	18905
7.5	COBERTURA DE EMENDA P/ CABO COBERTO 35 kV	18906
	GRAMPO DE ANCORAGEM PARA CABO COBERTO	
7.6	GRAMPO DE ANCORAGEM 15 kV-50mm ²	18917
7.7	GRAMPO DE ANCORAGEM 15 kV-185mm ²	18919
7.8	GRAMPO DE ANCORAGEM 25 kV-50mm ²	18921
7.9	GRAMPO DE ANCORAGEM 25 kV-150mm ²	18922
7.10	GRAMPO DE ANCORAGEM 35 kV-185mm ²	18925
	PROTETOR DE BUCHA	
7.11	PROTETOR DE BUCHA 15 kV	18927
7.12	PROTETOR DE BUCHA 25 kV	18928
7.13	PROTETOR DE BUCHA 35 kV	18929
	PROTETOR DE CONECTOR	
7.14	PROTETOR DE CONECTOR 15 kV	18930
7.15	PROTETOR DE CONECTOR 25 kV	18931
7.16	PROTETOR DE CONECTOR 35 kV	18932
	PROTETOR DE ESTRIBO E GRAMPO DE LV	
7.17	PROTETOR DE ESTRIBO E GRAMPO DE LV 15 kV	18933
7.18	PROTETOR DE ESTRIBO E GRAMPO DE LV 25 kV	18934
7.19	PROTETOR DE ESTRIBO E GRAMPO DE LV 35 kV	18935
	FITAS PARA RECOMPOSIÇÃO	
7.20	FITA ISOLANTE EPR 19 mmx10m AUTO FUSÃO	255
7.21	FITA PVC PRETA 19mmx10m	256
7.22	MASSA BORRACHA SINTÉTICA ISOL. ELÉTRICO	21126

8 AMARRAÇÕES - NE-140E

8.1	FIO ALUMINIO COBERTO PARA MOLE AMARRAÇÃO 4AWG	5265
8.2	LAÇO PRÉ-FORMADO PARA MENSAGEIRO	16780



7.12. Controle de Revisões e Alterações

Histórico das revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO - DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	Atual	APD/MSM	GMTK	SLC

Alterações realizadas nesta revisão

DETALHES DAS ALTERAÇÕES		
ITEM	PÁG.	DESCRIÇÃO
-	-	Inicial

Nota: esta Especificação tem origem na NE-102E.

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO

I-313.0002

TÍTULO

PROCEDIMENTOS PARA O ATERRAMENTO DE CERCAS

FOLHA

01/11

1. FINALIDADE

Orientar as áreas técnicas de distribuição no que se refere ao aterramento das cercas próximas ou que cruzam com redes de distribuição de energia elétrica, considerando que os acidentes causados por falta de aterramento em cercas têm resultado em vários prejuízos ao Sistema.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Agências Regionais e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Não há.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Não há.

5. PROCEDIMENTOS GERAIS

5.1. Considerações Técnicas

É bastante comum nos sistemas elétricos a existência de cercas construídas ao longo ou cruzando as faixas de redes de distribuição.

Devido a proximidade destas cercas ou o contato acidental com as redes de distribuição, podem aparecer correntes induzidas por efeito eletrostático ou eletromagnético ou ainda, ficarem

energizadas pela rede de distribuição.

Com a finalidade de evitar acidentes, todas as cercas existentes sob as redes de alta e baixa tensão, deverão ser seccionadas e aterradas.

5.2. Situações que Exigem Aterramento

5.2.1. Para o Caso de Cercas Contínuas

- a) cercas transversais às redes de distribuição;
- b) cercas que se encontram dentro das faixas de seccionamento e servidão;
- c) cercas paralelas às redes de distribuição.

5.2.2. Para o Caso de Aberturas nas Cercas (Porteiras de Acesso às Equipes de Manutenção da Distribuição)

- a) porteiras tipo colchete;
- b) porteiras de madeira.

5.3. Aterramento de Cercas Transversais às Redes de Distribuição

Considerando a extensão dessas cercas e a possibilidade de contato do condutor com a mesma, a predominância dos potenciais de toque e de transferência impedem que o problema seja resolvido apenas com o aterramento, sendo necessário a limitação da zona de influência pelo seccionamento da cerca.

Tendo em vista a possibilidade de chicoteamento devido ao rompimento do cabo e para evitar que o cabo rompido toque a cerca fora das linhas de seccionamento, estas devem ser localizadas a 15 metros do eixo da rede de distribuição, em ambos os lados.

Para o seccionamento da cerca deve ser utilizado o mourão mais próximo da linha de seccionamento, fixando um mourão auxiliar na mesma linha a uma distância de 200 mm, devendo em seguida ser feito uma amarração tipo braçadeira no topo dos mesmos, com fio de ferro galvanizado nº 9 BWG.

Estes mourões devem ser pintados de cor amarela, para dar maior visibilidade na inspeção e

manutenção.

Os arames devem ser cortados e encabeçados em cada mourão, com grampos de cerca.

Para o aterramento deve ser utilizado fio de cobre nu 16 mm², conectado ao arame de cerca através de conector cunha liga de cobre estanhado, ao lado dos mourões.

O topo da haste deve ficar a uma profundidade mínima de 300 mm e a 500 mm distante do mourão.

Os detalhes e a lista de material são apresentados nos Anexos 7.1 e 7.2. desta Instrução Normativa.

5.4. Aterramento de Cercas Paralelas às Redes de Distribuição

No caso de cercas paralelas às redes de distribuição, podem ser induzidas tensões eletromagneticamente durante faltas no sistema, quando existe corrente de retorno pela terra.

Quanto as tensões induzidas eletrostaticamente, raramente atingem valores apreciáveis.

Sempre que existirem cercas paralelas às redes de distribuição, dentro da faixa de 15 metros em relação ao seu eixo, esta deverá ser seccionada e aterrada a cada 250 metros.

O procedimento para execução deste aterramento é o mesmo descrito para o caso anterior, estando os detalhes e a lista de material apresentados nos Anexos 7.1. e 7.2. desta Instrução Normativa.

5.5. Aterramento de Cercas Dentro da Faixa de Seccionamento e Servidão

Todas as cercas que cruzam as faixas de seccionamento e servidão, devem ser seccionadas e aterradas, não importando o número de cercas e o número de vezes que uma mesma cerca passe sob a faixa.

O procedimento para execução deste aterramento é o mesmo descrito para o subitem 5.3., estando os detalhes e a lista de material apresentados nos Anexos 7.1. e 7.2. desta Instrução Normativa.

A faixa de servidão ou de segurança é função da tensão e do vão médio da linha, e seu valor

pode ser determinado segundo o estabelecido na Norma Brasileira Registrada - NBR 5422.

É entendida como faixa de seccionamento, a área externa à faixa de servidão, tendo uma largura fixa de 5 metros de ambos os lados da faixa de servidão para qualquer nível de tensão.

5.6. Aterramento de Porteiras

Conforme descrito no inciso 5.2.2. desta Instrução Normativa, existe a necessidade de efetuar aberturas nas cercas, principalmente nas transversais às redes, com o objetivo de dar acesso à manutenção das mesmas.

5.6.1. Aterramento de Porteiras Tipo Colchete

Todas as porteiras tipo colchete devem ser bem fechadas e apresentar uma placa de aviso: Uso exclusivo da Celesc.

O comprimento mínimo do colchete deve ser de 4 metros para permitir a passagem do caminhão da manutenção.

O mourão auxiliar, assim como o sarrafo que fica no centro do colchete, devem ser fixados aos arames por meio de grampos de cerca.

No caso de cerca nova, os arames devem dar duas voltas no mourão.

Junto aos mourões fixo e móvel (auxiliar) devem ser colocadas duas braçadeiras, conforme detalhe A do Anexo 7.3. desta Instrução Normativa.

Os mourões fixos devem ser estaiados, conforme detalhe B do Anexo 7.3., em consequência destes ficarem desregulados com o corte dos arames da cerca.

O procedimento para efetuar o aterramento dos mourões é o mesmo utilizado para os aterramentos anteriores. Maiores detalhes e a lista de material estão apresentados no Anexo 7.3. desta Instrução Normativa.

5.6.2. Aterramento de Porteiras de Madeira

Todas as porteiras devem ser bem fechadas e apresentar uma placa de aviso: Uso exclusivo da Celesc.

O comprimento mínimo da porteira deve ser de 4 metros para permitir o acesso do caminhão da manutenção.

A porteira deve ser feita separadamente e fixada ao local através de dobradiças. O encabeçamento dos mourões deve obedecer os mesmos critérios descritos para o caso anterior.

O aterramento dos mourões laterais deve ser efetuado da mesma maneira que os casos anteriores. Maiores detalhes e a lista de material estão apresentados no Anexo 7.4. desta Instrução Normativa.

5.7. Aterramento com Seccionador Pré-Formado

Serão normalizados os dois casos de aterramento, ou seja, aterramento utilizando mourões para seccionar a cerca e aterramento utilizando seccionador pré-formado próprio para este fim, conforme pode ser observado nos detalhes do Anexo 7.5. desta Instrução Normativa. Para o uso de um ou de outro tipo de seccionamento, deverá ser considerado eventualmente, o custo e a disponibilidade de materiais em estoque.

5.8. Considerações

A responsabilidade pelo aterramento da cerca é da concessionária ou do proprietário do terreno, que alugar em segundo lugar, isto é, se já existir a rede, o proprietário do terreno deve ao construir a cerca, fazer também o aterramento. Se já existir a cerca, a Celesc ao construir a rede, deve tomar para si a responsabilidade de fazer o aterramento.

Cabe aos setores de fiscalização das áreas técnicas e de segurança, a vigilância da existência destes aterramentos, bem como sua correta execução.

O aterramento da cerca deve ser executado da mesma forma que o de uma rede de distribuição, não podendo ser interconectados.

A resistência máxima permitida para redes de distribuição é a mesma, isto é, 25 ohms.

Os mourões que estão servindo para seccionar a cerca, bem como aqueles adjacentes ao seccionamento feito por materiais pré-formados, devem ser pintados com tinta amarela para dar maior e melhor visibilidade às áreas de fiscalização e manutenção.

A haste utilizada no aterramento deve estar de acordo com o padrão da Celesc e a conexão entre haste e fio de aterramento deve ser de boa qualidade.

Deve ser de responsabilidade da concessionária a conscientização dos clientes, quanto à importância do aterramento das cercas.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Não há.

7. ANEXOS

7.1. Casos de Aterramento

7.2. Aterramentos - Detalhes e Lista de Material

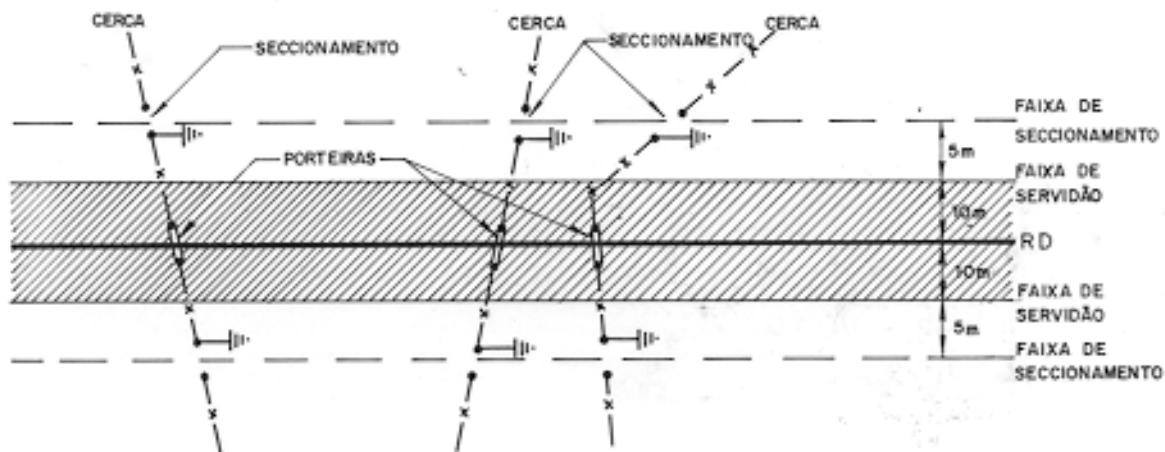
7.3. Aterramento de Porteiras Tipo Colchete

7.4. Aterramento de Porteiras Tipo Madeira

7.5. Aterramento de Cercas com Seccionador Pré-Formado

7.1. Casos de Aterramento

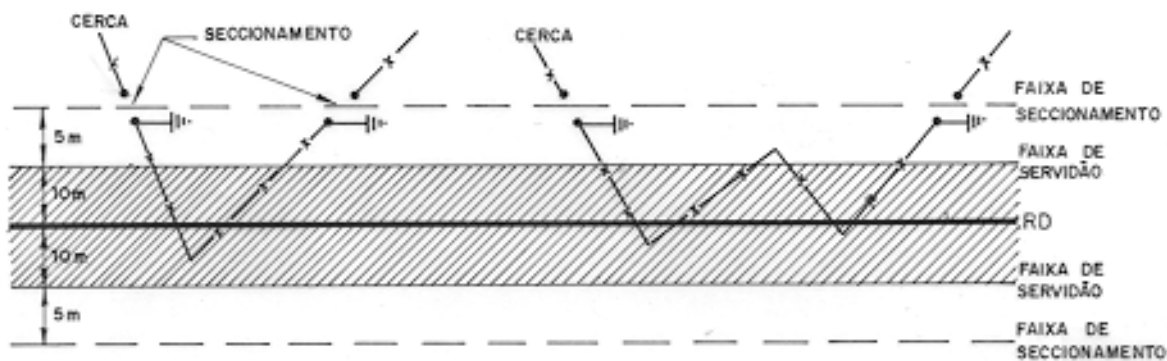
1 - CERCAS TRANSVERSAIS ÀS REDES E LINHAS



2 - CERCAS PARALELAS ÀS REDES E LINHAS

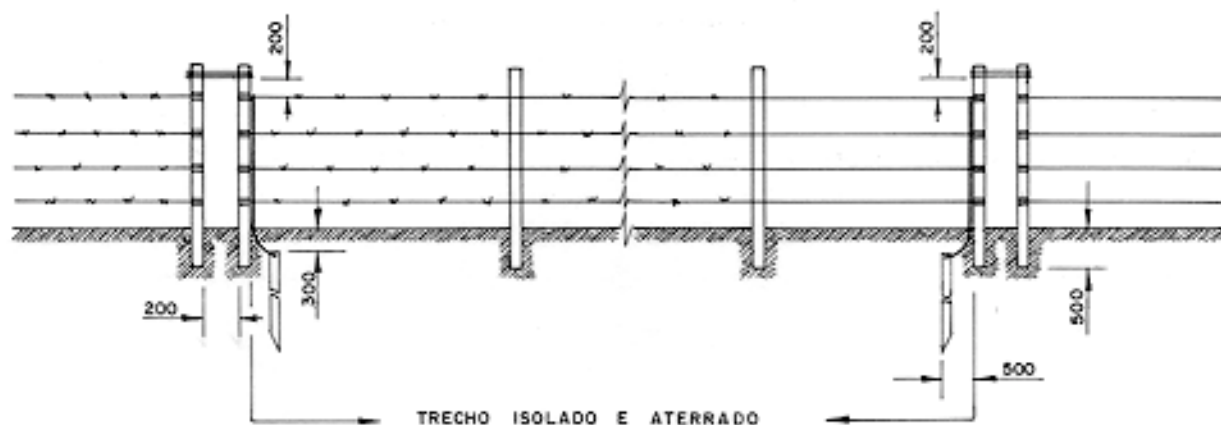


3 - CERCAS QUE ENTRAM DENTRO DA FAIXA DE SECCIONAMENTO E SERVIÇÃO



7.2. Aterramentos - Detalhes e Lista de Material

1 - SECCIONAMENTO E ATERRAMENTO - DETALHES

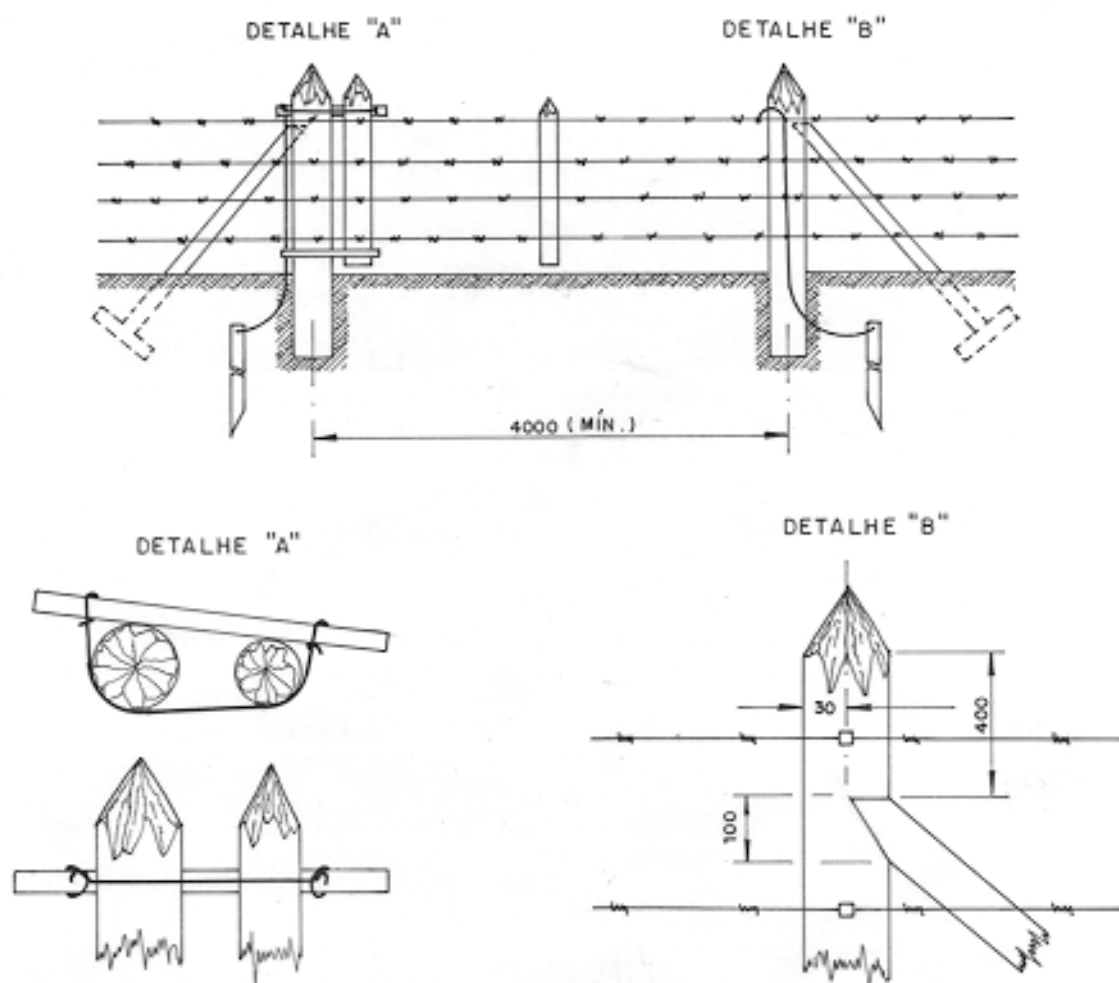


Dimensões em milímetros

2 - LISTA DE MATERIAL

ITEM	MATERIAL	QUANTIDADE POR ATERRAMENTO	UNIDADE
1	MOURÃO DE MADEIRA OU CONCRETO	1	PÇ
2	FIO DE COBRE NÚ16mm ²	2,5	m
3	HASTE DE TERRA PADRÃO CELESC	1	PÇ
4	CONECTOR CUNHA	1 POR FIO DE CERCA	PÇ
5	GRAMPO DE CERCA	0,1	Kg
6	TINTA : COR AMARELA	1	LATA
7	FIO DE FERRO GALV. Nº 9 BWS	1	m
8	SOLDA EXOTÉRMICA	1	PÇ

7.3. Aterramento de Porteiras Tipo Colchete

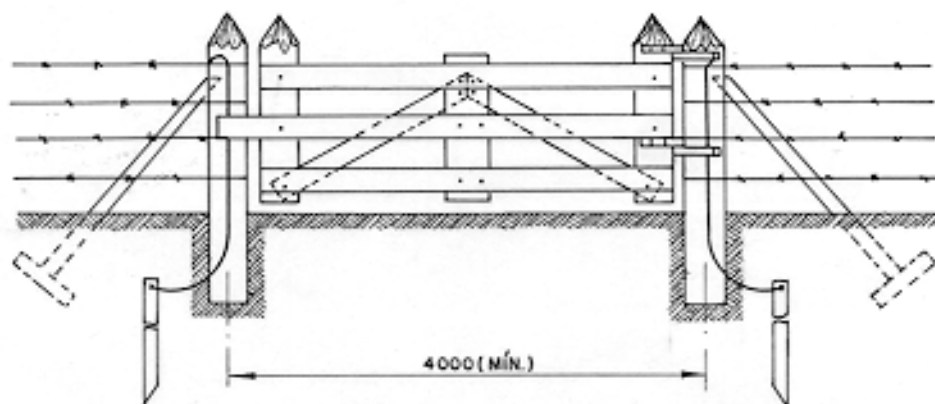


LISTA DE MATERIAL

ITEM	MATERIAL	QUANTIDADE POR ATERRAMENTO	UNIDADE
1	MOURÃO	1	PÇ
2	ESTAI	2	PÇ
3	HASTE DE TERRA PADRÃO CELESC	2	PÇ
4	FIO DE COBRE NÚ 16 mm ²	4	m
5	SARRAFO 1500 x 100 x 30	1	PÇ
6	CONECTOR CUNHA	1 POR FIO DE CERCA	PÇ
7	PREGO 10 x 30	0,1	Kg
8	PLACA DE AVISO	1	PÇ
9	TINTA : COR AMARELA	1	LATA
10	SOLDA EXOTÉRMICA	2	PÇ

Dimensões em milímetros

7.4. Aterramento de Porteiras Tipo Madeira



Dimensões em milímetros

LISTA DE MATERIAL

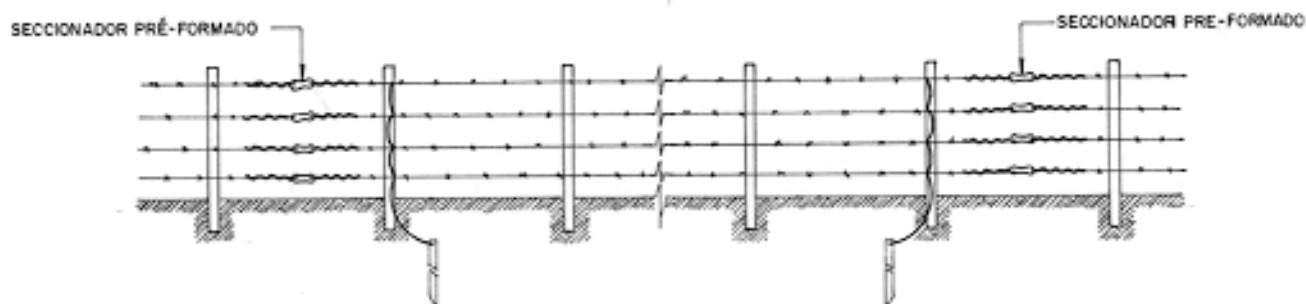
ITEM	MATERIAL	QUANTIDADE POR ATERRAMENTO	UNIDADE
1	HASTE DE TERRA PADRÃO CELESC	2	PÇ
2	ESCORAS "ESTAI"	2	PÇ
3	CONECTOR CUNHA	1 POR FIO DE CERCA	PÇ
4	DOBRADIÇA PARA PORTEIRA	2	PAR
5	TÁBUAS 4000 x 100 x 30	8	PÇ
6	VERGALHÃO FER. Ø 3/16"	—	PÇ
7	PLACA DE AVISO	1	PÇ
8	GRAMPO 10 x 30	0,1	Kg
9	CORRENTE (OPCIONAL)	1	m
10	CADEADO (OPCIONAL)	1	PÇ
11	TINTA : COR AMARELA	1	LATA
12	FIO DE COBRE NU 16 mm ²	4	m
13	SOLDA EXOTÉRMICA	2	PÇ

7.5. Aterramento de Cercas com Seccionador Pré-Formado

SECCIONADOR PRÉ - FORMADO



DETALHES DO ATERRAMENTO



LISTA DE MATERIAL

ITEM	MATERIAL	QUANTIDADE POR ATERRAMENTO	UNIDADE
1	SECCIONADOR	1 POR FIO DE CERCA	PÇ
2	HASTE DE TERRA PADRÃO CELESC	1,0	PÇ
3	CONECTOR CUNHA	1 POR FIO DE CERCA	PÇ
4	FIO DE COBRE N°16 mm ²	2,5	m
5	TINTA : COR AMRELA	1,0	LATA
6	SOLDA EXOTÉRMICA	1	PÇ

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
I-313.0004	ENGASTAMENTO DE POSTES	1/22

1. FINALIDADE

Apresentar de uma maneira acessível um memorial de cálculo para verificação da estabilidade do engastamento de postes, utilizados como suportes para as redes aéreas de distribuição de energia elétrica.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Agências Regionais, Empreendedores, Empreiteiras e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Está de acordo com a RTD-22, Engastamento de Postes, recomendação técnica do CODI – comitê de distribuição e normas da ABNT pertinentes.

4. CONCEITOS BÁSICOS

Os termos técnicos aqui utilizados estão de acordo com as normas de terminologia da ABNT.

5. DISPOSIÇÕES GERAIS**5.1. Considerações Iniciais**

Existem diversos métodos para se calcular o engastamento de postes, todos eles aproximados devido às dificuldades apresentadas, como por exemplo, as variedades de tipos de solo, que influem significativamente na resistência do engastamento.

Dentre esses métodos, utiliza-se o método “Valensi”, que, além de ser o mais utilizado, é mais completo e de fácil aplicação.

5.2. Locação dos Postes em Calçadas

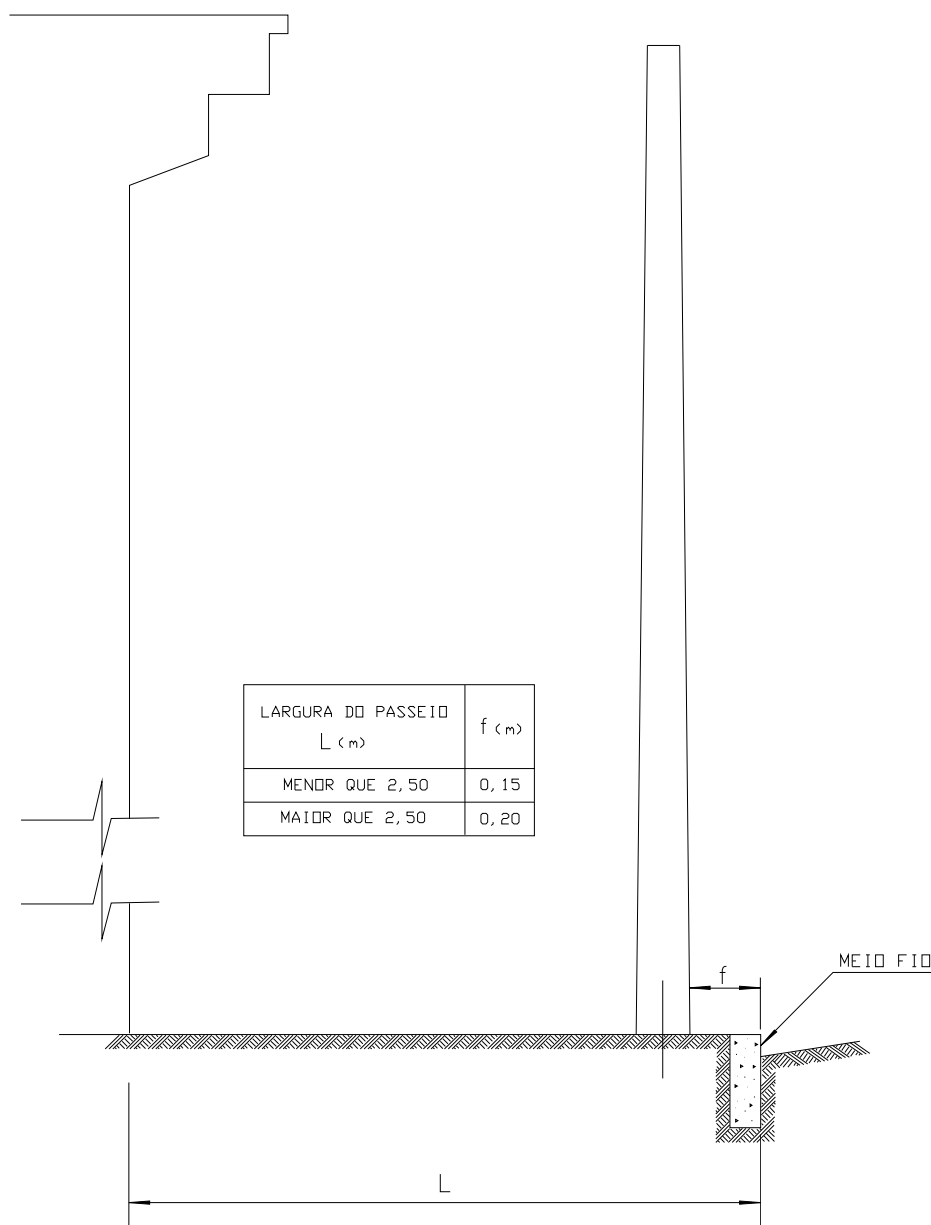


Figura 1 – LOCAÇÃO DO POSTE

Para a locação dos postes em áreas urbanas, devem ser observadas as distâncias indicadas na Figura 1 e as condições de acessibilidade pertinentes às leis, especificações, normas e regulamentações dos órgãos públicos e concessionárias de vias.

5.3. Tipos de Engastamento

Serão considerados neste documento os seguintes tipos de engastamento listados a seguir. Tipos de engastamentos distintos dos listados a seguir poderão ser utilizados, porém, deve ser apresentada uma justificativa, bem como uma memória de cálculo.

5.3.1. Engastamento Simples

No engastamento simples, o terreno em volta do poste deve ser reconstituído, socando de forma compactada as camadas de 0,20 m de terra até o nível do solo.

Recomenda-se misturar brita, cascalho ou pedras na terra de enchimento da vala e molhar antes de socar energeticamente as camadas de 0,20 m de reconstituição do solo, conforme mostra a Figura 1.

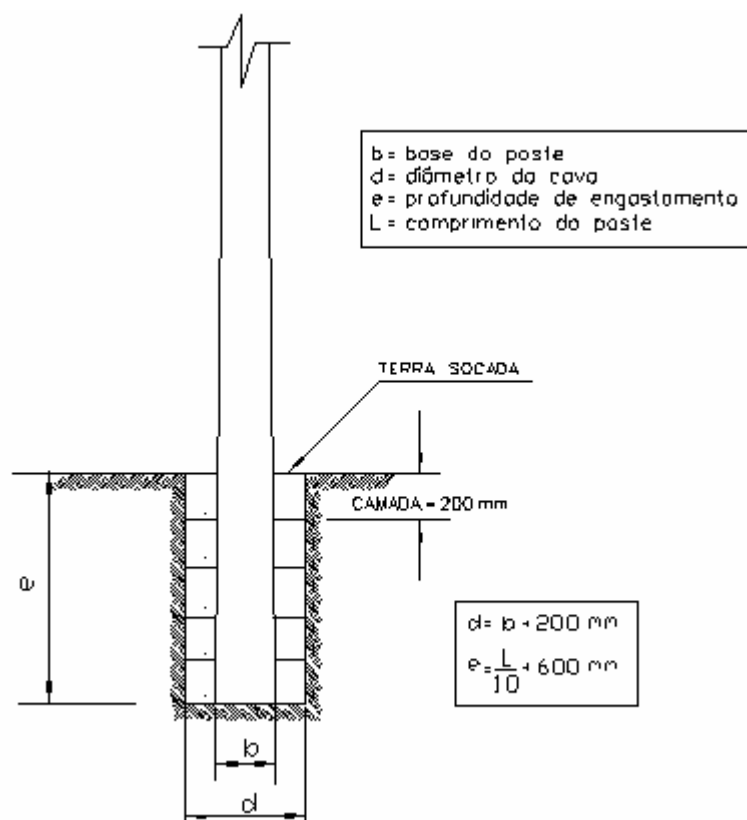


Figura 2 – ENGASTAMENTO SIMPLES

Devido à pequena influência do peso do poste e dos acessórios (bastante variável e de difícil determinação), recomenda-se neste tipo de engastamento desprezar sua influência.

5.3.2. Engastamento com Base Reforçada

No engastamento com base reforçada, colocam-se duas escoras na fundação. A primeira do lado da face do poste onde o esforço de tracionamento é aplicado e a uma profundidade de 0,30 m em relação a sua face superior. A outra, do lado oposto, é colocada no fundo da escavação, junto à base do poste, conforme a figura 3. A vala deve ser aberta de maneira a acomodar a escora firme e rigidamente junto ao poste e às paredes laterais da vala. A escora pode ser um matacão, uma tora de madeira ou uma placa de concreto de dimensões mínimas, conforme o Anexo 7.1. O terreno deve ser constituído de maneira análoga ao inciso 5.3.1.

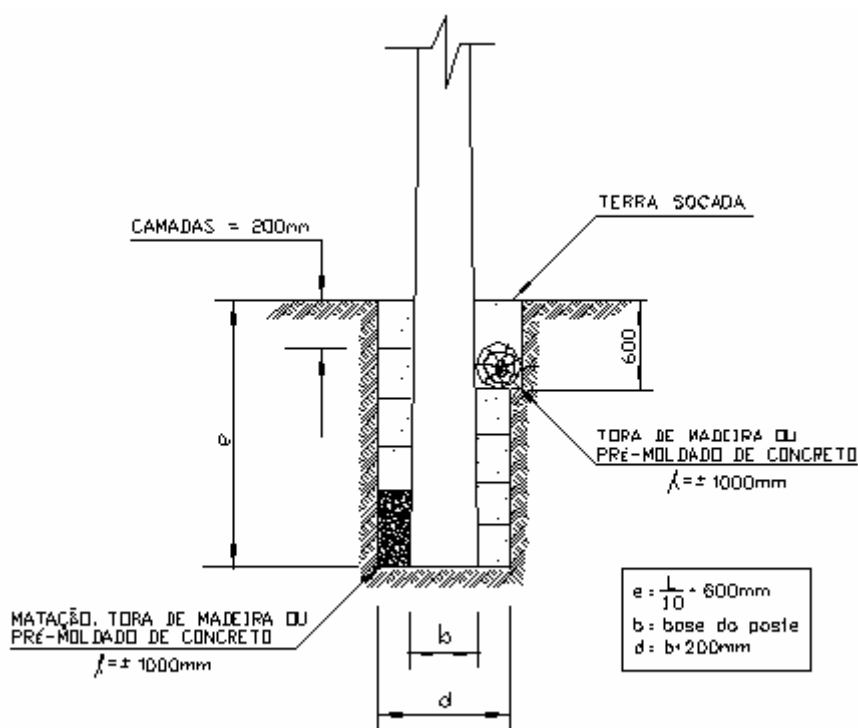


Figura 3 – ENGASTAMENTO COM BASE REFORÇADA

Notas:

- na implantação do poste, a compactação do terreno deve ser feito em camadas de 200 mm até o fechamento completo da cava;
- a tora de madeira deve ser posicionada no sentido do esforço "F" do tracionamento de poste. Pode também ser utilizado um pré-moldado de concreto (código Celesc D – 4784) no lugar da tora de madeira;
- dimensões em milímetros;

- d) na parte inferior, em vez da tora ou pré-moldado, poderá ser utilizado também um pontalete de madeira de lei com no mínimo um metro de comprimento, instalado junto à base com um apoio mínimo do poste de 30 centímetros.

5.3.3. Engastamento com Base Concretada

Neste tipo de engastamento, colocam-se duas camadas de 0,50 m de concreto de traço 1:3:5. A primeira no fundo da escavação e a segunda com sua superfície superior a 0,150 m do nível do solo, conforme Figura 4. O terreno deve ser constituído de maneira análoga ao inciso 5.3.1.

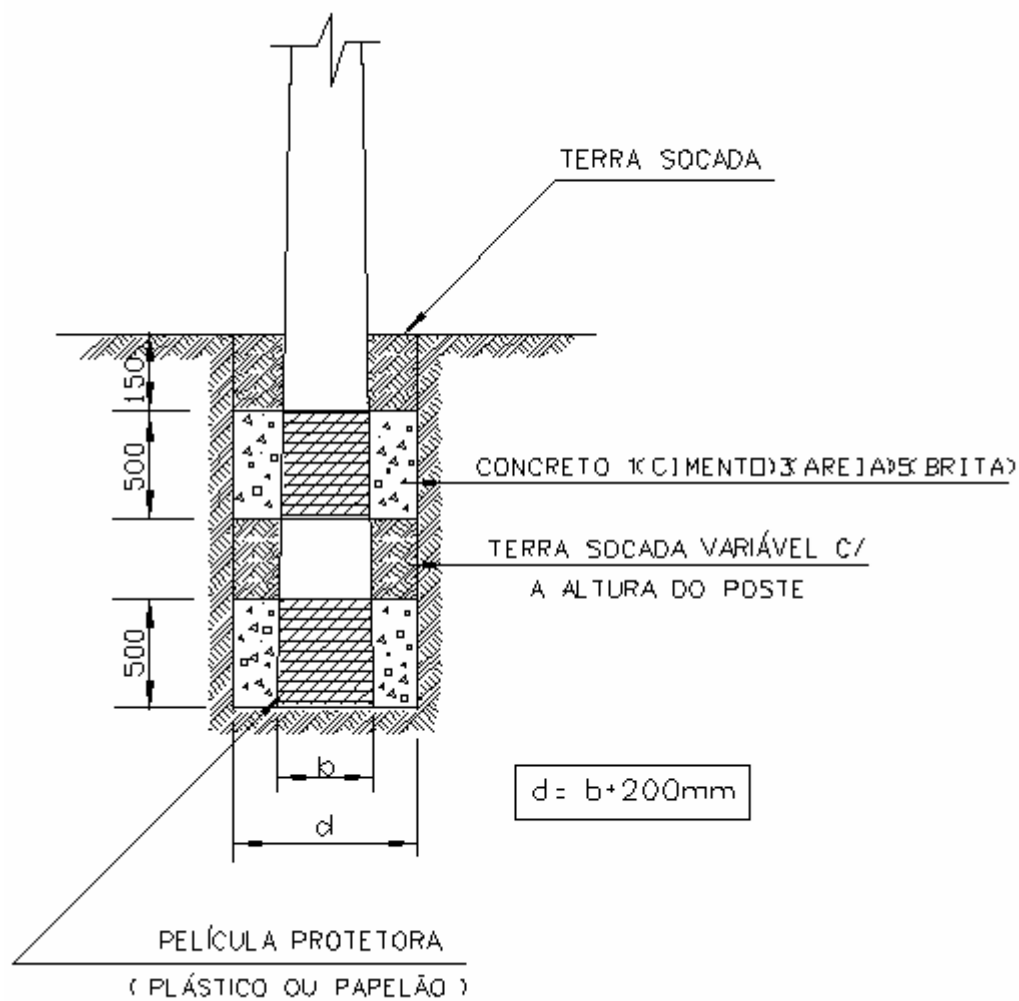


Figura 4 – ENGASTAMENTO COM CONCRETAGEM DE CAVA

Nota:

Dimensões em milímetros.

5.3.4. Engastamento com Manilha

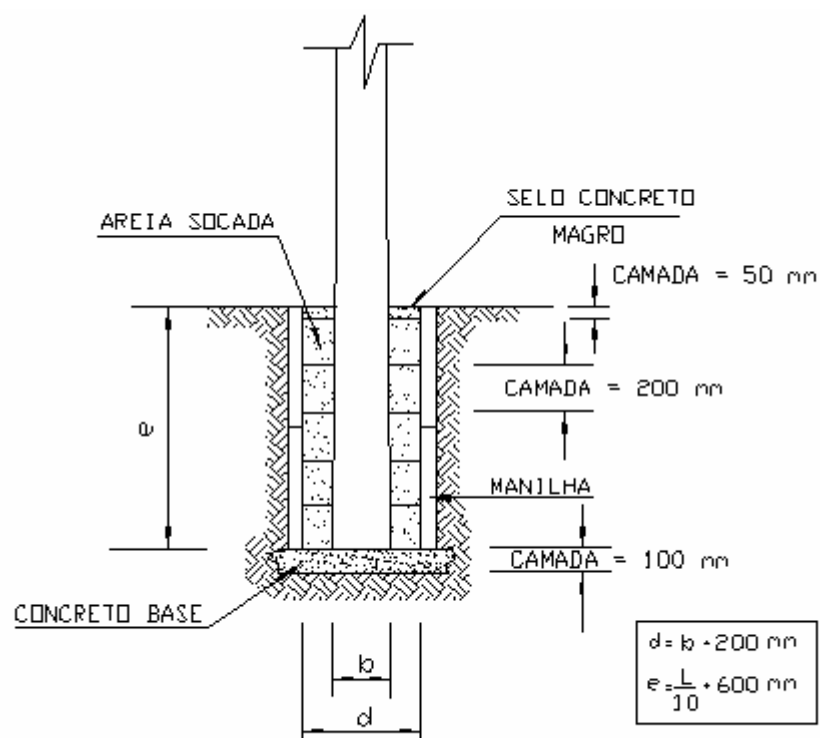


Figura 5 – ENGASTAMENTO COM MANILHA

Notas:

- a escolha da manilha deve ser de acordo com o diâmetro da base do poste “b”, respeitando a cota mínima “d” (diâmetro interno da cava);
- na implantação do poste, a compactação da areia deve ser feita em camadas de 200 mm até o fechamento completo da cava;
- a base de concreto deve ser tal que não possibilite o escape da areia por baixo da manilha.

5.3.5. Engastamento em Pântano

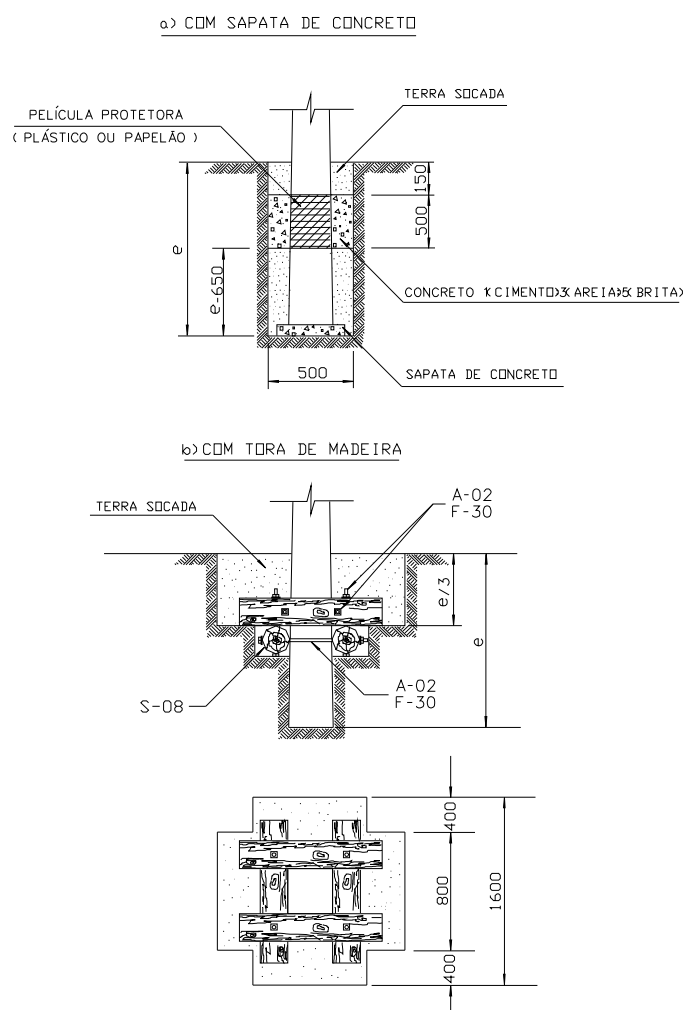


Figura 6 – ENGASTAMENTO COM FUNDAÇÃO EM PÂNTANO

Notas:

- em postes circulares, fixar uma cinta logo acima das toras de madeira;
- dimensões em milímetros;
- é conveniente reforçar o fundo da cava com sapata de madeira.



LISTA DE MATERIAL COM TORA DE MADEIRA					
ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO	ITEM	QUANT.	DESCRIÇÃO
A-02	16	ARRUELA QUADRADA	S-08	04	TORA DE MADEIRA PRESERVADA
F-30	08	PARAFUSO DE CABEÇA QUADRADA			

5.4. Coeficientes Utilizados

O método “Valensi”, para cálculo da resistência de engastamento de postes da distribuição, utiliza diversos coeficientes que dependem das características do terreno. O coeficiente de compressibilidade (C) geralmente assume valores entre 2000 e 3000 daN/m³, que são valores para terrenos médios e fortes. As pressões máximas admitidas (s) no fundo da escavação pelos terrenos são, geralmente, de 3 daN/cm² para terrenos fortes, 2 a 2,5 daN/cm² para terrenos médios, e 1 a 1,5 daN/cm² para terrenos úmidos.

Nos cálculos apresentados, serão considerados terrenos médios, que são os casos normais, e os valores assumidos por “C” e “s” são respectivamente 2000 daN/cm³ e 2,5 daN/cm².

5.5. Cálculo da Resistência de Engastamento

As características dos postes devem ser obtidas nas especificações Celesc Distribuição E-3 13.0010, E-313.0025 e E-313.0066.

5.5.1. Engastamento Simples

Devido à pequena influência do peso do poste e dos acessórios (bastante variável e de difícil determinação), recomenda-se neste tipo de engastamento desprezar sua influência. Portanto, há a seguinte fórmula simplificada para cálculo da resistência do engastamento:

$$F = \frac{C \cdot b \cdot e^3}{h + e}$$

Onde:

C = coeficiente de compressibilidade do terreno (terreno médio C=2000daN/m³).

e = profundidade do engastamento, sendo que, conforme a E-313.0010:

$$e = 0,1 \cdot L + 0,6$$



b = diâmetro (dimensão para poste DT) médio na face da seção de engastamento do poste. Normal ao eixo de aplicação da força de tração.

h = altura de aplicação da força de tração acima do nível do solo, sendo que:

$$h = L - e - 0,2 \therefore h + e = L - 0,2$$

L = comprimento do poste.

Exemplo de cálculo no inciso 7.3.1. do Anexo 7.3.

5.5.2. Engastamento com Base Reforçada

Este tipo de engastamento deve ser adotado em fundações em que a resistência do engastamento simples é menor que a resistência do poste.

As dimensões da base são calculadas considerando-se escoras de 0,2x0,6 m para postes de resistência 150 daN e de 0,2x1,0 para resistência de 300daN e acima.

A fórmula utilizada para o cálculo da resistência, segundo o método de "Valensi", é a seguinte:

$$F = \frac{1}{(h + e)} \left(C \cdot b \cdot e^3 + 6 \cdot C \cdot n \cdot c(m - b) \left(\frac{e + n - c - n^2}{2c} \right) \right)$$

Onde:

c = distância entre o nível do terreno e a face inferior do reforço.

n = dimensão transversal de apoio das escoras ou diâmetro para escora circular.

m = dimensão longitudinal da escora, comprimento.

Exemplo de cálculo no inciso 7.3.2. do Anexo 7.3.



5.5.3. Engastamento com Base Concretada

No engastamento com base concretada é admitida a fórmula simplificada do engastamento simples, em fundações com postes de baixa resistência onde o peso do poste e da fundação não influi significativamente na resistência da fundação. No entanto, para postes de alta resistência ou terrenos de baixa resistência, as dimensões da fundação e o peso do poste e da fundação contribuem significativamente para a resistência desta. Nesses casos, devido às características da fundação concretada, é aplicado um fator de correção K, cujo cálculo pode ser encontrado no Anexo II da RTD-22 do CODI.

Esse fator deve ser aplicado a todas as fundações com base concretada como regra geral, pois em alguns casos pode considerá-lo também um fator de segurança. O engastamento é calculado de maneira com que a fundação resista no mínimo a um carregamento excepcional de 140% da carga nominal do poste.

A fórmula básica para o cálculo da resistência de engastamento é:

$$F = \frac{C \cdot K \cdot d \cdot e^3}{h + e} + \frac{d \cdot P}{h + e} \cdot \left(0,5 - \frac{2 \cdot P \times 10^{-4}}{3 \cdot \sigma \cdot d^2} \right)$$

O peso do poste e da fundação (P) será calculado pela seguinte expressão:

$$P = p + \frac{\pi \cdot d^2 \cdot 2n}{4} \times \rho$$

Onde,

p = peso do poste conforme tabela das especificações de cada poste em questão (E-313.0010, E-313.0025 e E-313.0066).

ρ = peso específico do concreto (2400 daN/m³).

d = diâmetro da vala e dos anéis de concreto da fundação (tabela do Anexo 7.1.).

n = espessura do disco de concreto (0,5 metros, Figura 7, Anexo 7.1.).



De acordo com o que foi exposto no item anterior, será considerado o peso do poste e da fundação (P) somente no cálculo da resistência de engastamento de postes de 600 e 1000 daN ou maiores. Dessa forma, para postes menores, pode-se descartar a segunda parte da equação para o cálculo do esforço.

Exemplo de cálculo no inciso 7.3.3. do Anexo 7.3.

5.6. Conclusões e Recomendações

Como mencionado anteriormente, para a obtenção dos valores apresentados na tabela do Anexo 7.1., foi utilizado um coeficiente de compressibilidade de 2000 daN/m³, que é um valor característico de terrenos médios.

Para uma aplicação adequada desse método, haverá necessidade de determinar os coeficientes de compressibilidade médios para as diversas regiões do estado.

Quanto aos valores obtidos, analisando-os, foi possível chegar às seguintes conclusões:

- a) postes de concreto DT de 150 daN;
 - engastamento simples para carga nominal;
 - engastamento com base reforçada para carga excepcional de 40%;
- b) postes de concreto circular de 150 daN, engastamento simples para até a carga excepcional de 40%;
- c) postes de concreto de 300, 600 e 1000 daN (DT ou circular);
 - engastamento com base reforçada para carga nominal;
 - engastamento com base concretada até a carga excepcional de 40%, em que devem ser apresentadas a justificativa e a memória de cálculo;
- d) postes de concreto de 1500 daN e acima (DT ou circular), engastamento com base concretada até a carga excepcional de 40%;



- e) deve ser considerado ainda que, nos casos de terrenos com características de pântanos e terrenos com solos instáveis, cada fundação deve ser calculada como um caso particular. Poderão ser utilizadas as fundações indicadas nos incisos 5.3.4. e 5.3.5.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

A presente Instrução Normativa está em conformidade com as normas e especificações abaixo:

- a) NBR 8451-1 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica. Parte 1: Requisitos;
- b) NBR 8451-2 – Postes de concreto armado e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica. Parte 2: Padronização de postes para redes de distribuição de energia elétrica;
- c) NBR 16202 – Postes de eucalipto preservado para redes de distribuição elétrica – Requisitos;
- d) E-313.0010 – Especificação de Postes de Concreto Armado;
- e) E-313.0025 – Postes de Eucalipto Preservado;
- f) E-313.0066 – Postes Poliméricos de Poliéster Reforçado com Fibras de Vidro.

7. ANEXOS

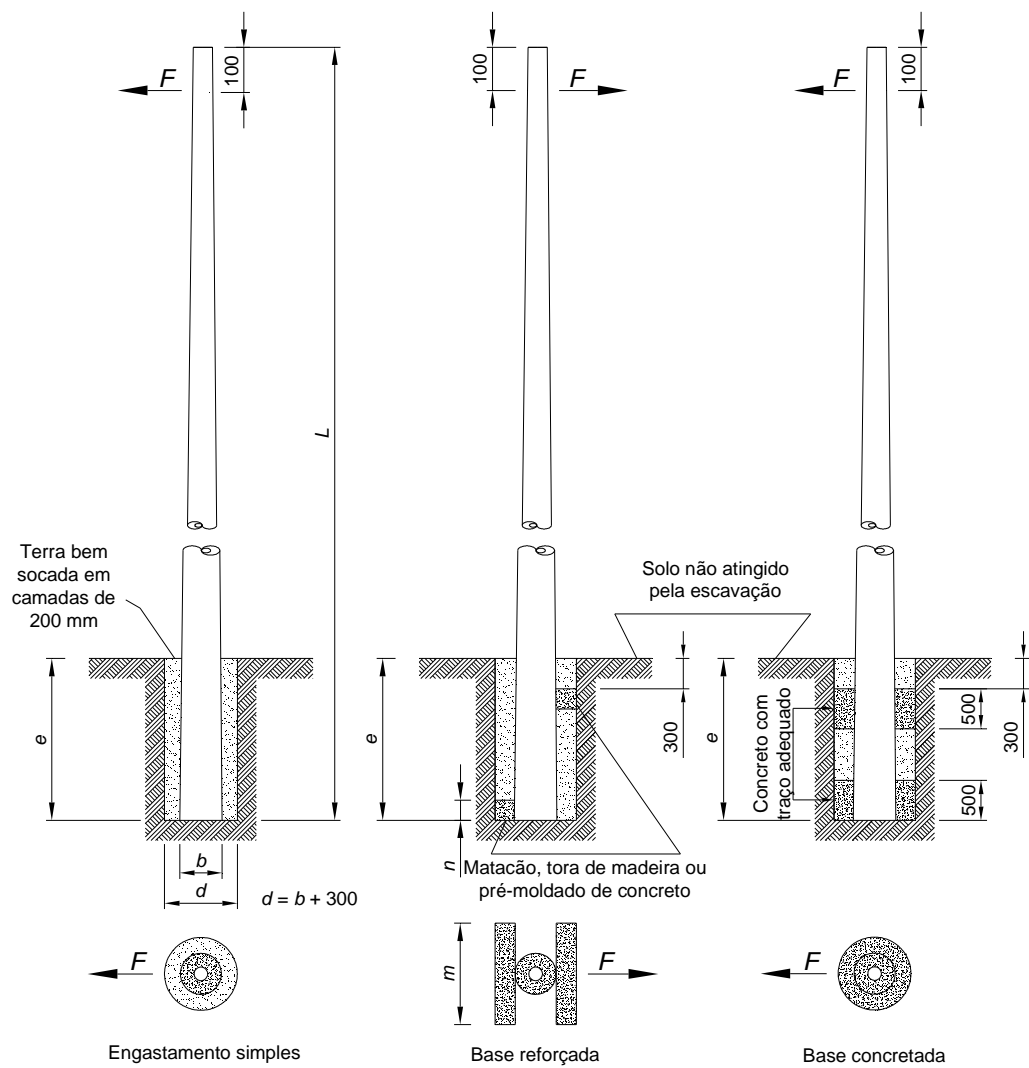
7.1. Detalhes da Fundação

7.2. Postes de Concreto Armado Padronizados

7.3. Exemplos de Cálculo

7.4. Histórico de Revisões

7.1. Detalhes da Fundação



F = Resultante dos esforços aplicados no poste

Figura 7 – Engastamento de poste – Detalhes da fundação

Comprimento do poste m	K	Resistência do poste			Concreto seção DT						Concreto seção circular						Madeira			
					Simples	Reforçado			Concretado	Simples	Reforçado			Concretado	Simples	Reforçado			Concretado	Simples
		Concreto daN	DT	Mad		Resistência máxima daN	Dimensões de escora (nxm) m	Resistência máxima daN			Resistência máxima daN	Dimensões de escora (nxm) m	Resistência máxima daN			Resistência máxima daN	Dimensões de escora (nxm) m	Resistência máxima daN		
9 000	0,85	Circ	150	150	140	220	0,2 x 0,6	320	0,5	230	Nota 2		Nota 2	-	150	220	0,2 x 0,6	320	0,5	
			300	Nota 3	210	320	0,2 x 1,0	450	0,7	250	360			0,7	170	320	0,2 x 1,0	450	0,7	
			600	Nota 3	210	320	0,2 x 1,0	880	1,1	270	-	Nota 2	890	1,1	190	370	0,2 x 1,0	880	1,1	
			1 000	600	230	340	0,2 x 1,0	1 510	1,6	Nota 3	0,2 x 1,0	Nota 2	-	-	Nota 4	-	-	-	-	
10 000	0,83		150	Nota 3	160	220	0,2 x 0,6	Nota 2	-	270	0,2 x 1,0	450	Nota 2	-	170	220	0,2 x 0,6	340	0,5	
			300	150	240	350	0,2 x 1,0	480	0,7	290	0,2 x 1,0	580	480	0,7	190	340	0,2 x 1,0	480	0,7	
			600	300	240	350	0,2 x 1,0	920	1,1	310	410	0,2 x 1,0	920	1,1	220	360	0,2 x 1,0	910	1,1	
			1 000	600	270	370	0,2 x 1,0	1 400	1,5	340	430	0,2 x 1,0	1 410	1,5	Nota 4	-	-	-	-	
11 000	0,81		300	Nota 3	280	380	0,2 x 1,0	510	0,7	330	430	0,2 x 1,0	Nota 2	-	250	390	0,2 x 1,0	510	0,7	
			600	Nota 3	280	380	0,2 x 1,0	950	1,1	350	440	0,2 x 1,0	960	1,1	270	400	0,2 x 1,0	950	1,1	
			1 000	Nota 3	310	410	0,2 x 1,0	1 440	1,5	390	480	0,2 x 1,0	1 450	1,5	Nota 4	-	-	-	-	
			1 500	Nota 3	Nota 3	-	-	-	-	440	520	0,2 x 1,0	Nota 1	-	-	-	-	-	-	
12 000	0,79		Nota 3	Nota 3	320	420	0,2 x 1,0	Nota 2	-	380	470	0,2 x 1,0	Nota 2	-	-	-	-	-	-	
			600	Nota 3	320	420	0,2 x 1,0	1 000	1,1	400	490	0,2 x 1,0	1 000	1,1	-	-	-	-	-	
			1 000	600	350	450	0,2 x 1,0	1 490	1,5	440	520	0,2 x 1,0	1 500	1,5	-	-	-	-	-	
			2 000	Nota 3	410	500	0,2 x 1,0	Nota 1	-	500	570	0,2 x 1,0	Nota 1	-	-	-	-	-	-	
13 000	0,77		3 000	Nota 3	440	520	0,2 x 1,0	Nota 1	-	500	570	0,2 x 1,0	Nota 1	-	-	-	-	-	-	
			300	Nota 3	370	470	0,2 x 1,0	Nota 2	-	440	Nota 2	-	Nota 2	-	-	-	-	-	-	
			600	300	370	470	0,2 x 1,0	1 040	1,1	460	540	0,2 x 1,0	1 040	1,1	-	-	-	-	-	
			1 000	Nota 3	Nota 3					500	580	0,2 x 1,0	1 540	1,5	-	-	-	-	-	
			2 000	Nota 3	Nota 3	-	-	-	-	560	630	0,2 x 1,0	Nota 1		-	-	-	-	-	



Notas:

- 1) valor não informado porque o diâmetro da vala excede 1,5 m, devendo ser utilizada fundação especial;
- 2) valor não informado porque o engastamento simples ou reforçado já excedeu o valor de 1,4 vezes a carga nominal do poste;
- 3) poste não padronizado pela ABNT NBR 8451-2 ou ABNT NBR 16202;
- 4) valor não calculado para postes de madeira;
- 5) o valor da compressibilidade do terreno “C” utilizado para a construção desta tabela foi de 2000kg/m³.



7.2. Postes de Concreto Armado Padronizados

Postes Duplos T					Postes Circulares				
Comprimento nominal			Carga nominal	Código CELESC	Comprimento nominal			Carga nominal	Código CELESC
Item	L±0,05	Tipo	C _n		Item	L ± 0,05	Tipo	C _n	
	m		daN			m		daN	
1	10	D	150	4798	1	10	C-14	150	4627
2		B	300	4800	2	11	C-29	1 500	4695
3			600	4804	3		C-33	2 000	4697
4		B-1,5	1 000	4801	4	12	C-17	300	4640
5	11	B	300	4807	5		C-19	600	4642
6			600	4815	6		C-23	1 000	4644
7		B-1,5	1 000	4818	7		C-29	1 500	4645
8	12	B	300	4820	8		C-33	2 000	4652
9			600	4851	9		C-39	2 500	4704
10		B-1,5	1 000	4823	10	13	C-29	1 500	4685
11	13	B	600	4819	11		C-33	2 000	4652
12		B-1,5	1 000	4824	12		C-39	2 500	4689
13	15	B	600	4839	13		C-43	3 000	13795
14		B-1,5	1 000	4879					

Notas:

- postes distintos desta lista serão considerados especiais e devem ser tratados pontualmente;
- a utilização do poste duplo T 10/150 tipo D e do circular 10/150 fica restrita às áreas rurais, periferias de áreas urbanas onde não exista a previsão de lançamento do 2º circuito dentro do prazo mínimo de 10 anos, respeitando-se as exigências e distâncias mínimas constantes nessa especificação;
- a montagem das estruturas em poste duplo T 10/150 tipo D e do circular 10/150 devem ocorrer obrigatoriamente com o poste implantado;
- o poste duplo T 10/150 tipo D e do circular 10/150 não poderá ser utilizado em áreas urbanas e loteamentos;



- e) nos loteamentos, a critério do empreendedor, podem ser utilizados postes circulares com o mesmo carregamento dos postes duplo T;
- f) os postes da tabela acima podem ser substituídos por postes poliméricos em PRFV (fibra), E-313.0066;
- g) nas redes monofásicas em áreas rurais, deve-se utilizar preferencialmente postes de madeira de eucalipto citriodora ou cloesiana, preservados conforme a E-313.0025.



7.3. Exemplos de Cálculo

7.3.1. Exemplo para Engastamento Simples

Poste seção DT 11m/600 daN.

$L = 11 \text{ m}$, então $e = 0,1 \times 11 + 0,6 = 1,7 \text{ m}$

$h + e = L - 0,2$, que é igual a $10,8 \text{ m}$

Para calcular “b”, deve-se proceder da seguinte maneira:

Na face B (mais estreita e que é normal a aplicação da força), a dimensão na base (db) é 330mm, padrão P-02 da E-313.0010, e a dimensão no topo (dt) é 110 mm.

Isso implica uma taxa de decrescimento (ou conicidade) de 20mm/m.

$e = 1,7 \text{ m}$, então, $e/2 = 0,85 \text{ m}$

Note que o poste fica engastado 1,7 m, portanto, a dimensão média (b) fica a 0,85 m da base (db=330 mm), assim:

$b = 330 \text{ mm} - 0,85 \text{ m} \times 20 \text{ mm/m}$, portanto; $b = 313 \text{ mm}$

Após a obtenção todos os parâmetros, pode-se determinar a resistência de engastamento “F”, onde:

$$F = \frac{2000 \times 0,313 \times 1,7^3}{10,8}$$

Assim:

$F = 284,77 \text{ daN}$, ou arredondando $F = 280 \text{ daN}$.



7.3.2. Exemplo para Engastamento com Base Reforçada

Poste seção circular, 10m/300 daN.

Onde:

$$L = 10 \text{ m};$$

$$h + e = L - 0,2 = 9,8 \text{ m};$$

$$e = 0,1 \times 10 + 0,6 = 1,6 \text{ m (Padrão P-01 E-313.0010);}$$

$$n = 0,2 \text{ m e } m = 1,0 \text{ m, para postes de 300 daN;}$$

$$c = 0,5 \text{ m, conforme a Figura 7 do Anexo 7.1.}$$

$$db - \text{dimensão da base} = 370 \text{ mm, conicidade} - 20\%$$

Assim:

$$B = 370 - (1,6/2) \times 20 \text{ mm/m, que é igual } 354\text{mm}$$

Então:

$$F = \frac{2000 \times 0,354 \times 1,6^3 + 6 \times 2000 \times 0,2 \times 0,5 \times (1,0 - 0,354) \times (1,6 + 0,2 - 0,5 - 0,2^2)}{9,8}$$

Onde se tem:

$$F = 395,58 \text{ daN, ou arredondando } \underline{F=390 \text{ daN.}}$$



7.3.3. Exemplo para Engastamento com Base Concretada

a) Poste seção Circular, 11 m / 300 daN

$e = 0,1 \times 11 + 0,6 = 1,7$ m (Padrão P-01 E-313.0010);

Para o cálculo de “F”, não será considerado o peso do poste e fundação, assim:

$$F = \frac{C \cdot K \cdot d \cdot e^3}{h + e}$$

$d = 0,7$ m, tabela do Anexo 7.1.

$k = 0,81$, tabela do Anexo 7.1.

$h + e = L - 0,2$, que é igual a 10,8 m, sendo que $L = 11$ m

Assim podemos obter F:

$$F = \frac{2000 \times 0,81 \times 0,7 \times 1,7^3}{10,8}$$

Onde se tem:

$F = 515,86$ daN, ou arredondando $F = 510$ daN.

b) Poste seção DT, 13 m / 600 daN

Nesse caso, será considerado o peso do poste e da base.

$d = 1,1$ m, tabela do Anexo 7.1.;

$k = 0,77$, tabela do Anexo 7.1.;

$e = 0,1 \times 13 + 0,6 = 1,9$ m (Padrão P-01 E-313.0010);



$$s = 2,5 \text{ daN/cm}^2;$$

$$h + e = L - 0,2, \text{ que é igual a } 12,8 \text{ m, sendo que } L = 13 \text{ m};$$

$$C = 2000 \text{ daN/m}^3;$$

$$p = 1500 \text{ daN};$$

$$n = 0,5 \text{ m e}$$

$$\rho = 2400 \text{ daN/m}^3$$

Para o cálculo de “F”, temos que:

$$F = \frac{C \cdot K \cdot d \cdot e^3}{h + e} + \frac{d \cdot P}{h + e} \cdot \left(0,5 - \frac{2 \cdot P \times 10^{-4}}{3 \cdot s \cdot d^2} \right)$$

Em que o peso do poste e da fundação (P) será calculado pela seguinte expressão:

$$P = p + \frac{\pi \cdot d^2 \cdot 2n}{4} \times \rho$$

Assim:

$$P = 1500 + \frac{\pi \times 1,1^2 \times 2 \times 0,5}{4} \times 2400$$

$$\text{Então: } P = 3780 \text{ kgf.}$$

Desta forma, “F” é igual a:

$$F = \frac{2000 \times 0,77 \times 1,1 \times 1,9^3}{12,8} + \frac{1,1 \times 3780}{12,8} \times \left(0,5 - \frac{2 \times 3780 \times 10^{-4}}{3 \cdot 2,5 \cdot 1,1^2} \right)$$

Resultando em: $F = 1043,44 \text{ daN}$, ou arredondando $F = 1040 \text{ daN}$.



7.4. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
1 ^a	Agosto de 2017	Na íntegra.	DPEP/DVEN Elaboração: Alessandro P. Dadam Verificação: Guilherme M.T. Kobayashi Aprovação: Sidney L. Corrêa

SISTEMA DE SUPRIMENTOS**SUBSISTEMA CONTROLE DE QUALIDADE**

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
I-144.0010	GARANTIA PARA MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA	1/15

1. FINALIDADE

Definir os deveres e obrigações dos fabricantes/fornecedores da Celesc Distribuição S.A. quanto à garantia de materiais e equipamentos empregados no Sistema Elétrico de Potência – SEP.

Fixar os critérios e procedimentos a serem observados para cobrança da garantia de materiais e equipamentos empregados no SEP.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se à Administração Central, Núcleos e Unidades, fabricantes/fornecedores de materiais e equipamentos, empreiteiras e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

- a) Código de Defesa do Consumidor – Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990;
- b) Código Civil – Lei nº 10.406, de 10 de janeiro de 2002;
- c) ABNT NBR 5462 – Confiabilidade e Manutenibilidade;
- d) Instrução Normativa I-144.0009 – Garantia de Materiais e Equipamentos – Procedimento;
- e) Instrução Normativa I-140.0001 – Aplicação de Penalidades a Fornecedor/Contratada.



4. CONCEITOS BÁSICOS

4.1. Boletim de Inspeção de Materiais – BIM

Documento redigido no momento da inspeção o qual atesta a conformidade dos materiais/equipamentos em relação às especificações técnicas da Celesc D, aceitando ou recusando o seu fornecimento.

4.2. Certificado de Homologação de Produto – CHP

Documento que atesta o atendimento do desempenho técnico de determinado material ou equipamento quando estiver em conformidade com a respectiva especificação técnica da Celesc D.

4.3. Defeito

Qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos, podendo afetar ou não a capacidade do item em desempenhar uma função requerida.

4.4. Especificação Técnica

Documento que contém descrição pormenorizada do material ou equipamento, identificando desempenho mínimo requerido, características construtivas e de operação, amparados em Normas Brasileiras e/ou internacionais.

4.5. Fabricante

Empresa dedicada à produção de materiais, máquinas, equipamentos etc.

4.6. Falha

Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida.

4.7. Fornecedor

Empresa que fornece, já forneceu, ou irá fornecer material ou equipamentos para a Celesc D.



4.8. Garantia de Material/Equipamento

Responsabilidade do fabricante/fornecedor por restabelecer, sem ônus para a Celesc D, todas as características operativas e construtivas que porventura venham a apresentar desempenho aquém do especificado em determinado intervalo de tempo.

4.9. Garantia de Obra

Garantia da obra/empreendimento, prevista no Código Civil Brasileiro, não inferior a 5 anos, e que deve cobrir os materiais e serviços objeto da contratação.

4.10. Gestor do Contrato da Obra ou Empreendimento

É o empregado da Celesc D designado para ser responsável pelo acompanhamento e gerenciamento do contrato.

4.11. Gestor do Processo de Garantia – GPG

Empregado da Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ responsável por conduzir os procedimentos de acionamento de garantia junto aos Núcleos e Unidades e ao fabricante/fornecedor.

4.12. Preposto do Fabricante/Fornecedor

Responsável indicado pelo fabricante/fornecedor, com atribuição para representar a empresa no caso em particular do acionamento dos reparos em garantia.

4.13. Recall

Procedimento em que o fabricante/fornecedor é acionado para execução de reparo em garantia da totalidade de materiais ou equipamentos fornecidos em um único, ou em diversos lotes de produção, num dado intervalo de tempo.

4.14. Relatório Técnico Circunstanciado

Relatório de não conformidade ou defeito/falha de desempenho de materiais e equipamentos.



4.15. Sistema Elétrico de Potência – SEP

Conjunto das instalações e materiais/equipamentos destinados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica até a medição, inclusive.

4.16. Vício Oculto

Vício construtivo ou operativo não identificado nos procedimentos previstos em norma para realização de inspeção, ou não identificados no momento da instalação/aplicação e/ou comissionamento.

5. PROCEDIMENTOS GERAIS

5.1. Garantia de Materiais e Equipamentos

5.1.1. Objetivos da Garantia de Materiais e Equipamentos

Assegurar desempenho e vida útil dentro dos padrões especificados pela Celesc D. Todo e qualquer material empregado no SEP deve ter vida útil apropriada ao seu tipo de aplicação, além de características construtivas e de operação em conformidade com a especificação técnica anexa ao edital de licitação que deu origem às respectivas compras.

5.2. Garantia de Obra ou Empreendimento

5.2.1. Objetivos da Garantia de Obra e Empreendimentos

Assegurar desempenho e vida útil dentro dos padrões especificados pela Celesc D dos materiais empregados nas obras por meio das empreiteiras contratadas. Todo e qualquer material empregado no SEP deve ter vida útil apropriada ao seu tipo de aplicação, além de características construtivas e de operação em conformidade com a especificação técnica anexa ao edital de licitação que deu origem às respectivas compras.

5.2.2. Generalidades

Toda empreiteira responsável pela execução de obra ou empreendimento deverá prestar garantia dos serviços, materiais e equipamentos objeto do seu contrato.

A garantia da obra/empreendimento não poderá ser inferior a 5 anos, conforme disposições do Código Civil Brasileiro.



Toda não conformidade detectada em materiais, equipamentos ou serviços fornecidos pela empreiteira, via contrato de execução da obra, deverá ter sua garantia acionada pela empreiteira contratada, dado que esta e seus respectivos fornecimentos estão cobertos por garantia de obra. Tal garantia deverá ser gerida pelo Gestor do Contrato da respectiva obra ou empreendimento.

Somente nos casos em que os materiais ou equipamentos aplicados na obra ou empreendimento forem fornecidos pela Celesc D, esta será responsável pelo acionamento da garantia.

5.3. Documentos e Informações Obrigatórias que Devem ser Prestadas pelo Fornecedor de Material ou Equipamento

São documentos e informações importantes para rastreabilidade e execução dos procedimentos de garantia:

- a) número do pedido de compra e/ou o número de série, informado por meio de placa, ou outro sistema de marcação, indelével. Tal marcação deverá estar nos elementos construtivos dos materiais/equipamentos e/ou em suas respectivas embalagens, conforme disposto na respectiva especificação técnica. Todo o material/equipamento deve conter, em conformidade com sua especificação técnica, tal numeração;
- b) código Celesc D (código SAP I módulo MM) dos materiais/equipamentos;
- c) termo de garantia em conformidade com o artigo 50 do Código de Defesa do Consumidor. A não entrega de termo de garantia, devidamente preenchido, é crime segundo o artigo 74 do Código de Defesa do Consumidor;
- d) contrato da obra ou contrato de fornecimento/pedido de compra, documentos que estabelecem (ou estabeleceram) a relação de consumo entre a Celesc D e o Fornecedor.

5.4. Acionamento da Garantia

Para acionamento da garantia, a Celesc D encaminhará um comunicado oficial, conforme modelo do Anexo 7.2. desta Instrução Normativa. Para tal, o equipamento deve estar com o prazo de garantia vigente, em conformidade com o contrato de fornecimento/pedido de compra e termo de garantia, com exceção das alíneas "e" e "f".

São condições de acionamento da execução da garantia:



- a) defeito/falha do equipamento/material;
- b) deterioração prematura do equipamento/material;
- c) desempenho aquém do especificado;
- d) falta de confiabilidade do equipamento/material;
- e) vício oculto;
- f) *recall*, conforme subitem 5.13. desta Instrução Normativa.

5.5. Fornecimentos Via Obra

Os materiais objeto de fornecimento via obra (ou *turn key*) deverão ter sua garantia acionada por meio da empreiteira responsável pela execução da obra/serviço, enquanto perdurar a garantia da obra.

O acionamento da garantia de material/equipamento será feito pela Celesc D diretamente ao seu fabricante somente nos casos em que já houver expirado o período de garantia da obra/serviço.

5.6. Preposto do Fornecedor

O fornecedor que está sendo acionado para execução de garantia deverá indicar formalmente um preposto e seus respectivos dados corporativos, quais sejam:

- a) empresa/unidade/Departamento/Divisão;
- b) endereço;
- c) telefone de contato;
- d) *e-mail*.

Nos casos em que houver alteração do preposto, a Celesc D deverá ser formalmente informada.



5.7. Atribuições e Responsabilidades

5.7.1. DPSU/ DVCQ

Caberá ao Departamento de Suprimentos – DPSU e a Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DVCQ:

- a) acionar os fornecedores/fabricantes e gerenciar, junto aos Núcleos e Unidades, à tramitação e gerência do processo de garantia, nos casos de o fornecimento ter se dado em virtude de aquisição feita diretamente pela Celesc D;
- b) definir um inspetor para o acompanhamento do processo de execução de garantia que será o Gestor do Processo de Garantia – GPG. O GPG será o representante da Celesc D junto ao fornecedor/fabricante.

5.7.2. Núcleos/Unidades e Departamentos

Caberá aos Núcleos/Unidades e Departamentos da Administração Central:

- a) identificar os materiais/equipamentos, redigir relatório técnico circunstanciado e remeter o pedido de acionamento de garantia ao *e-mail* garantiadvcq@celesc.com.br;
- b) encaminhar os materiais/equipamentos, sempre que solicitado e autorizado pelo DPSU/DVCQ, ao Almoxarifado Central da Celesc D, ou diretamente ao fabricante/fornecedor, para providências com relação aos procedimentos de acionamento da garantia, de acordo com cada caso e tipo de material.

Caberá às áreas da Celesc D contratantes das obras: gerenciar os processos de garantia das obras cujo fornecimento de materiais tenha ocorrido pelas empreiteiras contratadas. Tal gestão de garantia é de responsabilidade da área contratante (Gestor do Contrato da respectiva obra ou empreendimento), enquanto perdurar a garantia da obra.

Para os materiais da obra, porém cujo fornecimento tenha ocorrido pela Celesc D, e ainda, nos casos em que já tenha expirado o prazo de garantia da obra, a garantia dos materiais/equipamentos será acionada pela Celesc D, respeitando-se os critérios da presente Instrução Normativa.



5.7.3. Fabricantes/Fornecedores

Além do determinado nesta Instrução Normativa, caberá aos fabricantes/fornecedores:

- a) responder aos comunicados da Celesc D de forma oficial dentro dos prazos estabelecidos por esta Instrução Normativa;
- b) fornecer dentro dos prazos estabelecidos por esta Instrução Normativa cronogramas de execução/reparo e demais documentos solicitados pela Celesc D;
- c) em caso de reparo em campo que envolva o SEP, deverão ser fornecidos os nomes dos integrantes da equipe, bem como cópia do certificado de NR-10, NR-33 e quaisquer outras normas de segurança aplicáveis, listagem dos EPIs e EPCs, ordem de serviço de segurança e outros documentos pertinentes à realização do serviço;
- d) arcar com as despesas decorrentes da sua equipe própria, tais como: deslocamentos, estadias, alimentação, seguros etc.;
- e) fornecer os materiais, equipamentos, ferramentas, EPIs, EPCs etc. necessários para realização do trabalho.

5.8. Prazo de Garantia de Materiais e Equipamentos

O prazo de garantia dos materiais/equipamentos deverá estar de acordo com o definido nas especificações técnicas próprias, emitidas pela Celesc D, de cada material/equipamento.

Para dirimir qualquer dúvida ou discordância, deverá ser consultada a especificação técnica do material/equipamento, publicada em conjunto com o edital de licitação na data de sua publicação.

5.9. Transporte e Frete

No caso de acionamento de garantia, o frete será na modalidade FOB (*Free on Board*), ou seja, o fornecedor/fabricante responsabiliza-se por todos os custos decorrentes, sejam de seguros, embalagens, materiais, mão de obra, transporte, carga/descarga etc.

A nota fiscal de conserto em garantia será emitida com Código Fiscal de Operação e Prestação CFOP 5915 quando o fornecedor estiver localizado dentro do Estado de Santa Catarina, e CFOP 6915 quando estiver localizado em qualquer outra unidade da federação.



O Código de Situação Tributária – CST utilizado será o 050, ou seja, com suspensão de ICMS, desde que retorne no prazo máximo de 180 dias contados da data da saída (RICMS/SC, anexo 2, art. 27, inciso I-a).

5.10. Prazos de Coleta/Devolução

O material/equipamento deverá ser recolhido num prazo máximo de 30 dias, contados a partir do aceite da garantia por parte do fornecedor/fabricante.

O fornecedor terá um prazo de até 120 dias, contados a partir da retirada do equipamento defeituoso no Almoxarifado Central da Celesc D ou no local indicado pelo DPSU/DVCQ, para efetuar os devidos reparos, correções, reformas, reconstruções, substituição de componentes, e até substituição do equipamento/material completo por novo, no sentido de sanar todos os defeitos, imperfeições ou partes falhas de materiais ou de fabricação que venham a se manifestar, sob pena de sofrer as sanções administrativas previstas na Lei nº 8.666, de 21.6.1993, e nesta Instrução Normativa.

Por critério do DPSU/DVCQ, caso o equipamento não possa ser removido, a intervenção poderá ocorrer no local da instalação. Nesse caso, o endereço completo do local de instalação será informado pela Celesc D.

5.11. Procedimentos para Embalagens dos Materiais/Equipamentos

As embalagens dos materiais/equipamentos são de responsabilidade do fabricante/fornecedor e deverão estar de acordo com a E-141.0001 – Padrão de Embalagens.

Caso ocorra algum problema em virtude de embalagens impróprias que deforme ou danifique seu conteúdo, o fabricante/fornecedor será responsabilizado, sem ônus para Celesc D, conforme esta Instrução Normativa.

5.12. Recall

O processo para realização de *recall* pode ser solicitado através de iniciativa do fornecedor/fabricante ou da Celesc D. A realização de *recall* se dará quando ocorrer um dos casos descritos abaixo:

- a) falha ou defeito recorrente dos equipamentos/materiais fornecidos;
- b) deterioração dos equipamentos/materiais fornecidos de forma prematura ou sistêmica;



- c) desempenho dos materiais/equipamentos e/ou de seus componentes aquém do especificado;
- d) vício oculto;
- e) falha de processo de fabricação e/ou projeto;
- f) falta de confiabilidade dos equipamentos/materiais;
- g) a critério da Celesc D, em virtude da gravidade e/ou da criticidade do equipamento/material fornecido.

Em caso de *recall*, determinado por iniciativa do fornecedor/fabricante ou por iniciativa da Celesc D, todas as determinações desta Instrução Normativa se aplicam integralmente.

5.13. Direito de Operar Equipamento Insatisfatório

Se a operação de qualquer parte ou de todo equipamento, durante o período de garantia, mostrar-se insuficiente ou insatisfatória, a Celesc D terá o direito de operá-lo até que possa o mesmo ser retirado de serviço para a correção ou substituição. Tal ocorrência será notificada imediatamente ao fornecedor/fabricante, que deverá tomar todas as medidas necessárias e arcar com as resultantes, incluindo a substituição das peças (ainda que haja peças sobressalentes disponíveis) ou de unidades completas e, se necessário, o fornecimento de técnicos especialistas para o reparo dos defeitos.

5.14. Penalidades

A Celesc D encaminhará um comunicado oficial para acionamento da garantia conforme subitem 5.4. Caso a Celesc D não obtenha retorno em até no máximo 30 dias da emissão do comunicado, esta se reserva o direito de aplicar as seguintes penalidades:

- a) suspensão do CHP do fabricante;
- b) demais penalidades de acordo com a Instrução Normativa I-140.0001 – Aplicação de Penalidades a Fornecedor/Contratada.

O fabricante/fornecedor deverá apresentar um plano de ação com cronogramas para o cumprimento da solução do problema, que deverá ser aprovado pelo DPSU/DVCQ, para não sofrer as penalidades cabíveis. Em caso de não cumprimento do cronograma, as penalidades se



aplicam.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Dúvidas e esclarecimentos com relação aos procedimentos de execução de garantia devem ser equacionados com a equipe da DVCQ pelo *e-mail*: garantiadvqc@celesc.com.br.

Os casos não previstos por essa Instrução Normativa serão objeto de análise da DVCQ.

O DPSU/DVCQ terá a prerrogativa de convocar empregado lotado em qualquer Divisão na Administração Central ou Núcleo e Unidade, com o intuito de tratar da execução de garantia, em virtude da magnitude do caso.

Os procedimentos descritos nesta Instrução Normativa prevalecerão sobre quaisquer outras orientações pré definidas pelo fabricante/fornecedor.

Para efeitos de aplicação desta Instrução Normativa, a data gravada (mês e ano de fabricação) na placa do equipamento e/ou material fornecido, contará como a data inicial para o período de garantia.

7. ANEXOS

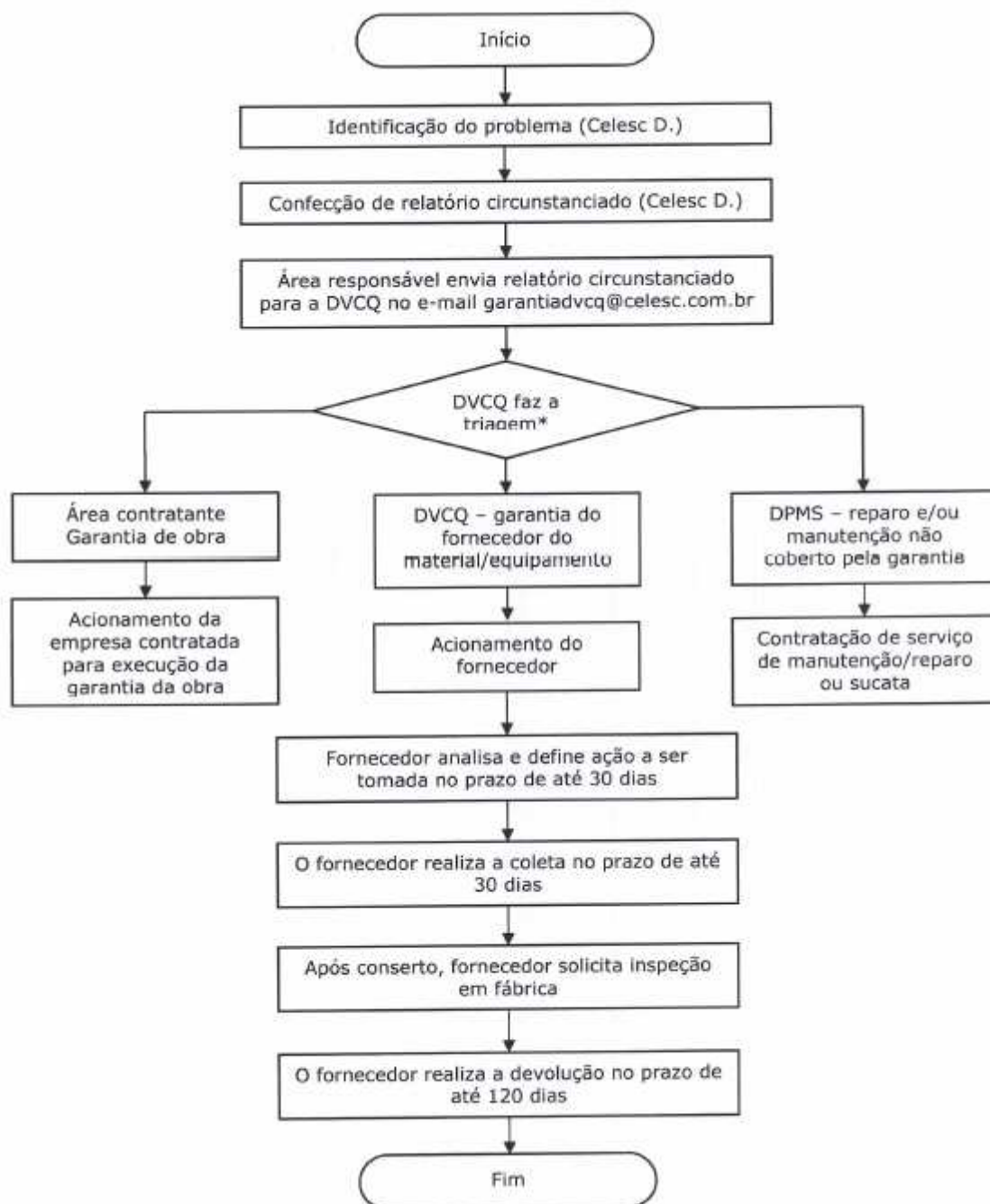
7.1. Fluxograma para Procedimento de Cobrança da Garantia

7.2. Modelo de Solicitação de Cobrança da Garantia

7.3. Histórico de Revisões



7.1 Fluxograma para Procedimento de Cobrança da Garantia



* No caso de reguladores de tensão e religadores de distribuição, o DPMS/DVLI realizará uma pré-triagem antes de encaminhar o relatório circunstanciado ao DPSU/DVCQ.



7.2 Modelo de Solicitação de Cobrança da Garantia

Solicitação de Cobrança da Garantia

Florianópolis, ... de ... de 20 ...

Ao (À) Senhor (a)

Cargo:

Empresa:

Endereço:

Assunto

Prezado(s) Senhor(es),

Comunicamos que o material/equipamento, objeto do formulário anexo, apresentou defeito/falha dentro do período de garantia contratual, iniciando desta forma o processo de cobrança de garantia nº _____, de acordo com a Instrução Normativa Celesc [XXX.XXXX

Atenciosamente,

Gestor do Processo de Garantia (GPG)
Celesc Distribuição S.A.



 Celesc Distribuição S.A.	Garantia de Materiais e Equipamentos Divisão de Inspeção e Controle de Qualidade – DPSU/DVCQ E-mail: garantiadvqc@celesc.com.br Fone: (48) 3279-3061 / Fax: (48) 3279-3069 Rodovia BR 101 – km 215 – Caminho Novo – Palhoça – SC	Nº do Processo 000/00 Data: 00/00/00

DADOS DO MATERIAL/EQUIPAMENTO		
DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO		DATA DE FABRICAÇÃO
FABRICANTE	NÚMERO DE SÉRIE	
Nº PEDIDO DE COMPRA/CONTRATO	CÓDIGO MATERIAL	QUANTIDADE

DESCRIÇÃO DETALHADA DO DEFEITO

DADOS FORNECEDOR/FABRICANTE			
FORNECEDOR		PESSOA PARA CONTATO	
DATA COMUNICAÇÃO	E-MAIL	FONE	

PARECER DO FORNECEDOR/FABRICANTE

OBSERVAÇÕES

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES: - O fornecedor/fabricante deverá enviar um parecer ou plano de ação num prazo de até 30 (trinta) dias a partir do recebimento deste comunicado; - Após coletado pelo fornecedor/fabricante, o material/equipamento deverá ser devolvido consertado para Celesc Distribuição, num prazo de até 120 (cento e vinte) dias.
--



7.3. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
1 ^a	Junho 2019	Cumprimento do item 6. Disposições Finais da I-001.0007 – Elaboração, Tramitação e Divulgação de Documentos Normativos: <i>“Todos os documentos normativos devem ser obrigatoriamente revisados, no mínimo, a cada dois anos pela área responsável, visando sua alteração ou cancelamento, se for o caso. Mesmo que o documento esteja vigente e que não haja necessidade de alteração, a área responsável deve informar a Assessoria de Apoio Administrativo da Presidência – ASAD para que esta possa proceder à gestão e ao controle adequados dos documentos normativos da empresa.”</i>	DPSU / DVCQ