

NORMA TÉCNICA CELG GT

Isolador-Bastão Composto Polimérico Especificação

NT-25

CELG GT GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S.A.

SETOR DE ENGENHARIA DA TRANSMISSÃO

NT-25

Isolador-Bastão Composto Polimérico

Especificação

COLABORAÇÃO: Estagiaria de Eng. Elétrica Renata Isabella Pinheiro de Oliveira

SUPERVISÃO: _____
Engº Carlos Eduardo de Carvalho
DT-SET

APROV.: _____
Engº Francisco Augusto da Silva
DT

DATA: FEV/2015

Obs. Esta norma baseia-se no texto da NTC 25 da CELG D, revisão1.

ÍNDICE

<u>SECÃO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.	OBJETIVO	5
2.	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	6
3.	DEFINIÇÕES	9
4.	CONDIÇÕES GERAIS	13
4.1	Condições de Serviço	13
4.2	Identificação	13
4.3	Acabamento	13
4.4	Acondicionamento	13
4.5	Linguagens e Unidades de Medida	14
4.6	Documentos Técnicos a Serem Apresentados Juntamente com a Proposta	15
4.7	Aprovação de Protótipos	17
4.8	Garantia	17
4.9	Manuais de Transporte, Armazenamento, Manuseio e Instalação	18
5.	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	19
5.1	Características Dimensionais e Eletromecânicas	19
5.2	Núcleo	19
5.3	Revestimento	19
5.4	Ferragens Integrantes	20
5.5	Tensão de Radiointerferência	20
5.6	Anel de Blindagem Anticorona	20
6.	INSPEÇÃO E ENSAIOS	22
6.1	Generalidades	22
6.2	Classificação dos Ensaio	24
6.3	Ensaio de Projeto	24
6.4	Ensaio de Tipo	26
6.5	Ensaio de Rotina	28
6.6	Ensaio de Recebimento	28
7.	RELATÓRIOS DE ENSAIOS	32
8.	CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	33
8.1	Ensaio de Recebimento	33
8.2	Ensaio de Projeto, Tipo e Rotina	33
ANEXO A	TABELAS	34
TABELA 1	CARACTERÍSTICAS ELETROMECÂNICAS DO ISOLADOR	34
TABELA 2	LIMITES DE TENSÃO DE RADIOINTERFERÊNCIA	34
TABELA 3	ENSAIOS A SEREM REALIZADOS APÓS ALTERAÇÕES NO PROJETO	35

<u>SECÃO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
TABELA 4	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	36
TABELA 5	ENSAIOS DE TIPO	36
TABELA 6	AMOSTRAGEM PARA ENSAIOS DE RECEBIMENTO	37
TABELA 7	REQUISITOS FÍSICOS DO POLÍMERO E RESPECTIVOS ENSAIOS	37
ANEXO B	DESENHOS	38
DESENHO 1	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS ISOLADORES 13,8 E 34,5 kV	38
DESENHO 2	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS ISOLADORES 69, 138 E 230 kV	39
DESENHO 3	IDENTIFICAÇÃO NO CORPO DO ISOLADOR	40
ANEXO C	QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	41
ANEXO D	COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO	42
ANEXO E	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES	43

1. OBJETIVO

Esta norma fixa as condições mínimas exigíveis para a fabricação e o recebimento de isoladores compostos poliméricos, tipo bastão, para utilização em suspensão ou ancoragem com tensões nominais compreendidas entre 13,8 e 230 kV e frequência de 60 Hz, a serem utilizados em linhas aéreas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

- ABNT NBR 5032 Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada.
- ABNT NBR 5426 Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento.
- ABNT NBR 5456 Eletricidade geral - Terminologia.
- ABNT NBR 5472 Isoladores e buchas para eletrotécnica - Terminologia.
- ABNT NBR 6323 Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 6936 Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Procedimento.
- ABNT NBR 6939 Coordenação do isolamento - Procedimento.
- ABNT NBR 7107 Cupilha para concha de engate concha e bola - Especificação.
- ABNT NBR 7108 Vínculos de ferragens integrantes de isoladores de cadeia - Dimensões - Padronização.
- ABNT NBR 7307 Fios e cabos elétricos - Ensaio de fragilização.
- ABNT NBR 7398 Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio.
- ABNT 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.
- ABNT NBR 7414 Zincagem por imersão a quente - Terminologia.
- ABNT NBR 8604 Manuseio, movimentação, transporte externo e estocagem de embalagens de madeira para isoladores - Procedimento.
- ABNT NBR 9893 Cupilha para pinos ou parafusos de articulação - Especificação.
- ABNT NBR 10296 Material isolante elétrico - Avaliação da resistência ao trilhamento elétrico e à erosão sob severas condições ambientais - Método de ensaio.
- ABNT NBR 10621 Isoladores utilizados em sistema de alta tensão em corrente alternada - Ensaio de poluição artificial.
- ABNT NBR 15121 Isoladores para alta tensão - Ensaio de medição da radiointerferência.
- ABNT NBR 15122 Isoladores-bastão compostos poliméricos para tensões acima de 1000 V.
- ABNT NBR 15123 Isoladores - Ensaio elétrico de cadeias - Método de ensaio.
- ABNT NBR 15255 Unidades de isolador composto para cadeia, para linhas aéreas com tensão acima de 1000 V - Classes de resistência mecânica e ferragens integrantes padronizadas.
- ABNT NBR 15643 Isoladores poliméricos para uso interno e externo com tensão nominal superior a 1000 V - Terminologia e ensaios de projeto.
- ABNT NBR IEC 60050-161 Vocabulário eletrotécnico internacional
- ABNT IEC/TR 60815 Guia de seleção de isoladores sob condições de poluição.
- ABNT IEC/TR 62039 Guia de seleção de materiais poliméricos para uso externo sob alta pressão.
- ANSI C29.11 American national standard for composite suspension insulators for overhead transmission lines - Tests.
- ANSI C29.12 American national standard for insulators - Composite suspension type.
- ASTM A123 Standart specification for zinc (hot-tip galvanized) coatings on iron and steel products.

ASTM D149	Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulating materials at commercial power frequencies.
ASTM D150	Standard test methods for AC loss characteristics and permittivity (dielectric constant) of solid electrical insulation
ASTM D257	Standard test methods for DC resistance or conductance of insulating materials.
ASTM D2240	Standard test method rubber property - Durometer hardness.
ASTM D2565	Practice for operating xenon arc type light exposure apparatus with and without water for exposure of plastics.
ASTM D3418	Standard test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry.
ASTM E204	Standard practices for identification of material by infrared absorption spectroscopy, using the ASTM Coded band and chemical classification index.
ASTM G53	Recommended practice for operating light and water exposure apparatus (fluorescent UV condensation type) for exposure of non-metallic materials.
ASTM G155	Standard practice for operating xenon arc light apparatus or UV exposure of non-metallic materials.
IEC 60437	Radio interference test on high voltage insulators.
IEC 60587	Electrical insulating materials used under severe ambient conditions - Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion.
IEC 60695	Fire hazard testing.
IEC 60707	Flammability of solid non-metallic materials when exposed to flame sources - List of test methods.
IEC 61109	Insulators for overhead lines - Composite suspension and tension insulators for A.C. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria.
IEC 61466-1	Composite string insulator units for overhead lines with a nominal voltage greater than 1000 V. Part 1: Standard strength classes and end fittings.
IEC 61467	Insulators for overhead lines - Insulator strings and sets for lines with a nominal voltage greater than 1000 V - AC power arc tests.
IEC 61952	Insulators for overhead lines - Composite line post insulators for A.C. systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria.
IEC 62217	Polymeric insulators for indoor and outdoor use with a nominal voltage > 1000 V. General definitions, test methods and acceptance criteria.
IEEE 4	Standard techniques for high voltage testing.
IEEE 957	Guide for cleaning insulators.
ISO 868	Plastics and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (shore hardness).
ISO 3452	Non-destructive testing - Penetrant testing - General principles.
ISO 4892-1	Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 1: General guidance.
ISO 4892-2	Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps.

Notas:

- 1) *Nos pontos não cobertos por esta norma técnica, devem ser atendidas as exigências da ABNT NBR 15122 e nos casos em que for omissa e somente nestes pontos, devem prevalecer as exigências da IEC 61109.*
- 2) *A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade melhor ou igual às anteriormente mencionadas e não contrariem a presente norma.*
- 3) *No caso de outras normas serem usadas, elas devem ser mencionadas nos documentos de licitação e se julgar necessário, um exemplar de cada norma deverá ser enviado a CELG GT.*
- 4) *Todas as normas referidas neste capítulo devem estar à disposição do inspetor da CELG GT no local da inspeção.*
- 5) *Esta norma foi baseada nos seguintes documentos:*
 - ABNT NBR 15122 Isoladores-bastão compostos poliméricos para tensões acima de 1000 V.*
 - IEC 61109 Insulators for overhead lines - Composite suspension and tension insulators for A.C. systems with a nominal voltage greater than 1000 V - Definitions, test methods and acceptance criteria.*

3. DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta norma corresponde à das normas da ABNT: NBR 5456, NBR 5472, NBR 7414 e NBR 15122, complementadas pelas definições a seguir:

Área de Conexão

Região onde a carga mecânica é transmitida entre o núcleo e a ferragem integrante.

Carga Mecânica Nominal (CMN)

Carga especificada pelo fabricante que é utilizada para os ensaios mecânicos desta norma. A CMN constitui a base para a seleção dos isoladores-bastão compostos poliméricos.

Carga Mecânica de Rotina (CMRO)

Carga aplicada a cada isolador completo durante o ensaio mecânico de rotina.

Carga Mecânica de Ruptura (CMRU)

Carga máxima que é atingida quando o isolador é ensaiado sob condições prescritas.

Corpo de um Isolador-Bastão Composto Polimérico

Região entre os terminais integrantes, constituída pelo núcleo e revestimento, é também conhecido como tronco em isoladores com dimensões pequenas.

Engate

Parte da ferragem integrante que transmite a carga mecânica aos acessórios externos ao isolador-bastão composto polimérico.

Ensaio de Projeto

Ensaio destinado a verificar a adequação do projeto, do material e do método de fabricação adotados para o isolador-bastão composto polimérico.

Ensaio de Tipo

Ensaio destinado a verificar as principais características elétricas e mecânicas de um isolador-bastão composto polimérico, cuja classe foi aprovada nos ensaios de projeto, as quais dependem fundamentalmente de seu formato e tamanho.

Ensaio de Recebimento

Ensaio realizado para verificar outras características do isolador-bastão composto polimérico, incluindo as que dependem da qualidade de fabricação e do material empregado, e realizados em amostra definida pela CELG GT, retirada aleatoriamente de um lote que tenha atendido as exigências dos ensaios de rotina.

Ensaio de Rotina

Ensaio aplicado sobre a totalidade da fabricação com o objetivo de eliminar os isoladores-bastão compostos poliméricos com defeito de fabricação.

Erosão

Degradação irreversível e não condutiva da superfície do isolador, que ocorre por perda de material, pode ser uniforme, localizada ou ramificada.

Nota:

Quando da ocorrência de descargas parciais, marcas superficiais rasas, normalmente ramificadas, podem aparecer em isoladores-bastão compostos poliméricos. Essas marcas não são prejudiciais, pois não são condutoras. Quando forem condutoras, são consideradas como trilhamentos.

Esfarinhamento

Aparecimento de algumas partículas do enchimento do material do revestimento, formando uma superfície rugosa ou coberta de pó.

Nota:

Utiliza-se também o termo degradação pulverulenta como equivalente a esfarinhamento.

Ferragem Integrante

Dispositivo que faz parte do isolador-bastão composto polimérico destinado a conectá-lo a uma estrutura suporte, ou ao condutor, ou a um item de equipamento ou a outro isolador.

Fissura

Microfratura na superfície, com profundidade entre 0,01 a 0,1 mm.

Hidrólise

Fenômeno de hidrólise, devido à penetração da água na forma líquida ou como vapor d'água, que pode ocorrer nos materiais dos isoladores-bastão compostos poliméricos e pode levar à degradação elétrica e/ou mecânica.

Interface de um Isolador-Bastão Composto Polimérico

Superfície entre materiais diferentes ou partes de um isolador-bastão composto polimérico. Várias interfaces ocorrem na maioria dos isoladores, por exemplo:

- a) entre as fibras de vidro e a resina de impregnação;
- b) entre partículas de enchimento e o polímero;

- c) entre o núcleo e o revestimento;
- d) entre várias partes do revestimento, ou seja, entre saias ou entre a camisa e as saias;
- e) entre o núcleo e as ferragens integrantes;
- f) entre o revestimento e os terminais integrantes.

Isolador-Bastão Composto Polimérico

Isolador constituído de, pelo menos, dois materiais isolantes, um núcleo e um revestimento, e equipado com ferragens integrantes metálicas. Pode ser formado com saias individuais montadas sobre o núcleo, com ou sem uma camisa intermediária, ou por um revestimento diretamente moldado ou injetado sobre o núcleo, seja uma peça única ou não.

Núcleo de um Isolador-Bastão Composto Polimérico

Parte isolante central de um isolador-bastão composto polimérico, projetado para suportar as características mecânicas do isolador. É formado, usualmente, por fibras de vidro posicionadas numa matriz à base de resina, ou por outro material isolante homogêneo, de forma a se obter a máxima resistência à tração.

Rachadura

Qualquer fratura superficial de profundidade superior a 0,1 mm.

Ramificações

Degradação irreversível, que consiste na formação de microcanais dentro do material, que podem ser condutivos ou não. Estes microcanais podem estender-se progressivamente através do material, até que ocorra falha elétrica.

Revestimento de um Isolador-Bastão Composto Polimérico

Parte isolante externa do isolador, que assegura a distância de escoamento necessária e protege o núcleo das intempéries.

A camisa intermediária, feita de um material isolante, é considerada parte do revestimento.

Saia de um Isolador-Bastão Composto Polimérico

A saia é uma parte do revestimento em projeção, destinada a aumentar a distância de escoamento. As saias, também conhecidas como aletas, podem ser com ou sem nervuras.

Terminal Integrante

Componente integrando ou sendo parte integrante de um isolador destinado a conectá-lo a uma estrutura suporte, ao condutor, a um item de equipamento ou a outro isolador. O terminal integrante também é conhecido como ferragem integrante.

Trilhamento

Degradação irreversível pela formação de caminhos que se iniciam e se desenvolvem na superfície de um material isolante. Esses caminhos são condutivos, mesmo quando secos. O trilhamento pode ocorrer em superfícies em contato com ar e também nas interfaces entre diferentes materiais isolantes.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 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) exposição à radiação solar e às intempéries;
- e) pressão do vento não superior a 700 Pa (70 daN/m²);
- f) nível de poluição conforme ABNT IEC/TR 60815, a ser informado no edital de licitação.

4.2 Identificação

Cada isolador-bastão polimérico deve ser identificado de forma legível e indelével com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) mês e 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, nem favorecer o surgimento de radiointerferência ou corona.

4.3 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.

Os engates metálicos fabricados em ferro ou em aço carbono devem ser zincados por imersão a quente, de acordo com a ABNT NBR 6323 ou ASTM A123. Adicionalmente, devem ser bicromatizados quando os isoladores estiverem sujeitos a transporte marítimo.

4.4 Acondicionamento

Os isoladores devem ser acondicionados em embalagens previamente aprovadas pela CELG GT obedecendo às seguintes condições:

- a) as embalagens devem ser de madeira de boa qualidade, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento;

- b) serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.) e ao manuseio;
- c) a embalagem não deverá possuir espaçamento que permita a entrada de roedores;
- d) deverão ser previstos espaçadores internos à embalagem e quando necessário, entre as camadas de isoladores para evitar amassamento das aletas dos mesmos;
- e) deverá ser colocado um filme plástico no interior da embalagem, quando da utilização de caixas de madeira, evitando o contato dos isoladores com sujeira e com a madeira da embalagem;
- f) o fornecedor será responsável por quaisquer danos que os isoladores venham a sofrer, resultantes de embalagem imprópria, deficiente ou construída com negligência.

4.4.1 Identificação das Embalagens

Os volumes finais devem ser identificados, de forma legível e indelével, com no mínimo as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) sigla da CELG GT;
- c) local da entrega;
- d) identificação completa do conteúdo;
- e) tipo do isolador;
- f) quantidade total de cada volume;
- g) número do Contrato de Fornecimento de Materiais (CFM);
- h) massa bruta e líquida de cada volume;
- i) identificação do número do volume.

Notas:

- 1) *O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.*
- 2) *O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à CELG GT e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.*

4.5 Linguagens e Unidades de Medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência nos documentos de licitação, nas descrições técnicas, especificações, desenhos e quaisquer outros documentos. Qualquer valor que por conveniência for mostrado em outras unidades de medida também deve ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, desenhos, legendas, manuais técnicos, relatórios de ensaios, etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português.

4.6 Documentos Técnicos a Serem Apresentados Juntamente com a Proposta

4.6.1 Geral

Os projetos dos isoladores-bastão compostos poliméricos, acompanhados das respectivas ART's deverão ser descritos em todos os seus aspectos na proposta de fornecimento. Sempre que mais de uma unidade for solicitada sob um mesmo item da encomenda, todas deverão possuir o mesmo projeto e serem essencialmente iguais.

A proposta só será considerada quando o fabricante tiver protótipo aprovado na CELG GT conforme o item 4.7 ou atender, obrigatoriamente, os seguintes requisitos:

- a) apresentar cotação em separado para os ensaios de tipo;
- b) apresentar o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas preenchido;
- c) apresentar os relatórios dos ensaios de projeto previstos na Tabela 3, incluindo os ensaios de tipo previstos na Tabela 5;
- d) apresentar desenhos técnicos relacionados nos itens 4.6.2 a 4.6.5.

Nota:

Os ensaios de tipo devem ter seus resultados devidamente comprovados através de cópias autenticadas dos certificados de ensaios emitidos por órgão oficial ou instituição internacionalmente reconhecida. Tais cópias devem acompanhar a proposta, reservando-se a CELG GT, o direito de desconsiderar propostas que não cumprirem este requisito.

4.6.2 Desenho Dimensional

Os desenhos dimensionais deverão conter:

- a) desenho da marcação a ser estampada no isolador durante a fabricação, contendo no mínimo o nome ou marca registrada do fabricante, ano de fabricação, carga de ruptura mecânica e tensão de operação conforme Figura 1 do Desenho 3, em escala adequada, com a indicação de todas as dimensões, inclusive as tolerâncias de fabricação, os contornos, as vistas e os cortes de todos os seus componentes;
- b) detalhes das partes isolantes, das partes metálicas e dos acessórios, com referência às normas aplicáveis e indicação dos materiais utilizados;
- c) desenho detalhado com as dimensões principais da cupilha e indicação do material aplicado;
- d) instruções relativas ao manuseio, transporte, armazenamento e cuidados na instalação dos isoladores.

Nota:

Deverão ser citadas nos desenhos construtivos dos isoladores, informações da referência de catálogos, peso dos isoladores, carga mecânica nominal a tração.

4.6.3 Documentos Complementares:

- a) plano de inspeção e testes;
- b) cronograma de fabricação;
- c) lista de equipamentos que irão requerer armazenagem especial e área de estocagem;
- d) certificados dos ensaios de tipo pertinentes ao equipamento e aos componentes;
- e) Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, Anexo C, preenchido;
- f) Cotação dos Ensaios de Tipo, Anexo D;
- g) Quadro de Desvios Técnicos e Exceções, Anexo E;
- h) catálogos de todos os componentes.

4.6.4 Desenhos da Embalagem para Transporte, contendo:

- a) dimensões;
- b) massa;
- c) detalhes para içamento;
- d) tipo de madeira e tratamento utilizado;
- e) localização do centro de gravidade;
- f) detalhes de fixação dos componentes dentro das embalagens.

Uma cópia de cada desenho retornará ao fornecedor com a aprovação para fabricação ou com as indicações das modificações necessárias.

Caso sejam necessárias modificações, o fabricante deverá providenciar as correções e novas cópias para aprovação.

A aprovação de qualquer desenho pela CELG GT não desobrigará o fabricante de toda a responsabilidade pela realização do projeto, montagem e operação corretos, não isentando o mesmo de fornecer todos os materiais de acordo com o requerido nesta norma e no Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

4.6.5 Desenhos e Documentos a Serem Submetidos Após a Adjudicação do Contrato

Todos os desenhos e tabelas deverão ser executados utilizando softwares específicos, nos formatos padronizados pelas normas aplicáveis da ABNT. Deverão ser apresentados na versão final, após aprovação, na forma de arquivo digital.

O licitante deve enviar para aprovação, dentro de 20 (vinte) dias após o contrato assinado, três cópias dos desenhos definitivos, atendendo aos requisitos especificados, acrescido do Cronograma de Fabricação e Entrega para fornecedores nacionais ou Guia de Importação para os fornecedores estrangeiros. O cronograma deverá ser confirmado ou atualizado a cada 30 (trinta) dias. Esses desenhos devem ser os mesmos do item 4.6.2, com as possíveis correções solicitadas. Juntamente deverão ser enviadas 3 (três) cópias do plano de inspeção e testes.

Antes do início da fabricação, para cada item do fornecimento, deverão ser submetidas à aprovação da CELG GT, 3 (três) cópias dos desenhos, independentemente dos desenhos fornecidos com a proposta comercial.

Após a análise pela CELG GT, será devolvida ao fornecedor uma cópia carimbada de todos dos documentos técnicos com o nível de aprovação conforme abaixo:

- a) aprovado: o fornecedor poderá iniciar a fabricação;
- b) modificar e rerepresentar: o fornecedor deverá fazer as modificações e rerepresentar para uma nova análise e aprovação, 3 (três) cópias dos desenhos modificados. Nesse caso, o fornecedor não poderá iniciar a fabricação antes da aprovação.

Notas:

- 1) *A aprovação de qualquer desenho pela CELG GT não exige o fornecedor da plena responsabilidade quanto ao funcionamento correto do isolador, nem da obrigação de fornecê-lo de acordo com os requisitos do Contrato de Fornecimento Materiais (CFM), das normas técnicas recomendadas e desta norma.*

2) *A inspeção e a aceitação dos isoladores serão feitas com base nos desenhos aprovados, especificações técnicas e normas da ABNT.*

4.7 Aprovação de Protótipos

Os fornecedores devem submeter previamente à aprovação da CELG GT, protótipos de isoladores-bastão compostos poliméricos nos seguintes casos:

- a) fornecedores que estejam se cadastrando ou recadastrando na CELG GT;
- b) fornecedores que já tenham protótipo aprovado pela CELG GT e cujo projeto tenha sido alterado;
- c) quando solicitado pela CELG GT.

O processo de avaliação de protótipos compreende a execução de todos os ensaios previstos nesta norma, aplicados em amostras escolhidas aleatoriamente e retiradas da linha normal de fabricação por inspetor credenciado pela CELG GT ou por seu representante legal.

Os ensaios de projeto e de tipo devem ser efetuados em laboratórios de instituição oficial ou em laboratório do fornecedor desde que, nesse último caso, tenha sido previamente homologado pela CELG GT.

Os ensaios a serem executados devem, em qualquer hipótese, ser acompanhados por inspetor da CELG GT.

De comum acordo com a CELG GT, o fornecedor poderá substituir a execução de qualquer ensaio de projeto ou de tipo pelo fornecimento de relatório do mesmo ensaio, desde que esse relatório comprove claramente que amostras de isoladores idênticos aos ofertados foram submetidas ao ensaio.

Para cada protótipo de isolador a ser submetido à avaliação, o fornecedor deverá apresentar ao inspetor da CELG GT, por ocasião da homologação, a seguinte documentação:

- a) detalhes de contorno e dimensões básicas;
- b) catálogo contendo características técnicas além de instruções relativas ao manuseio do isolador quando de sua instalação e manutenção.

4.8 Garantia

O fornecedor deverá dar garantia mínima de trinta e seis meses, a partir da data de fabricação, contra qualquer deficiência de projeto e/ou defeito de fabricação ou falha do material dos isoladores ofertados.

O fornecedor deverá dar garantia mínima dos isoladores-bastão compostos poliméricos, obedecido ainda o disposto no Contrato de Fornecimento de Material (CFM), de vinte e quatro meses a partir da data de entrada em operação ou trinta e seis, a partir da entrega, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito, material ou acondicionamento.

Caso os isoladores-bastão compostos poliméricos apresentem qualquer tipo de defeito ou deixem de atender aos requisitos exigidos pelas normas da CELG GT, um novo período de garantia de doze meses de operação satisfatória, a partir da solução do

defeito, deverá entrar em vigor para o lote em questão. Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de isoladores-bastão compostos poliméricos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

Notas:

- 1) *Mediante a devida comunicação da ocorrência do defeito ao fornecedor, a CELG GT reserva-se o direito de optar pela permanência do isolador insatisfatório em operação, até que possa ser retirado de serviço sem prejuízo para o sistema onde está instalado.*
- 2) *O tempo decorrido entre as datas de fabricação e entrega no ponto de destino, citado no Contrato de Fornecimento de Material (CFM), não deverá ser superior a 12 meses, prazo este que também se aplica quando o fornecimento for através de empreiteiras.*

4.9 Manuais de Transporte, Armazenamento, Manuseio e Instalação

O Fabricante deverá fornecer um manual com instruções específicas para transporte, armazenamento, manuseio e cuidados necessários para evitar problemas que possam trazer prejuízos ao desempenho dos isoladores contemplando no mínimo as seguintes informações:

- a) recomendações para o recebimento e abertura das embalagens indicando os tipos de ferramentas que poderão ser utilizadas, cuidados na remoção de tampas e espaçadores internos;
- b) recomendações para o armazenamento indicando as condições do local em que deverão ser estocados os isoladores e os cuidados com as embalagens. Indicar ainda os cuidados adicionais para com os isoladores que porventura sejam desembalados;
- c) recomendações sobre o transporte para a obra indicando os cuidados com isoladores que porventura sejam transportados fora da embalagem ou juntamente com outros materiais e equipamentos na carroceria de veículos;
- d) recomendações para a montagem e instalação dos isoladores detalhando todos os cuidados que deverão ser tomados desde a retirada da embalagem até a montagem final na estrutura; deverão ser mencionadas as proteções, escadas ou plataformas que deverão ser utilizadas no içamento e instalação.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Características Dimensionais

As características dimensionais dos isoladores-bastão compostos poliméricos estão indicadas nos Desenhos 1 e 2.

5.2 Núcleo

O núcleo deve ser constituído de fibra de vidro com baixo teor de álcali, impregnadas de resina e comprimidas numa matriz, livres de defeitos tais como bolhas de ar, espaços vazios e outros, de tal forma que as fibras fiquem paralelas ao eixo da haste, obtendo-se a máxima resistência à tração.

Deverá ser assegurado mediante ensaios de que na prensagem não houve ruptura das fibras de vidro constituintes do núcleo.

O núcleo deve resistir a campos elétricos longitudinais e transversais e ser resistente ao trilhamento elétrico, às intempéries e aos raios ultravioleta.

Resinas com tendência à hidrólise devido à penetração de umidade, não devem ser empregadas.

5.3 Revestimento

O revestimento do núcleo do isolador deve assegurar a distância de escoamento, proteger o núcleo, e ser constituído de materiais, tais como, elastômeros (por ex.: silicone, etileno propileno, etc). Outros materiais poderão ser aceitos se previamente aprovados na avaliação de protótipos.

Caso seja de interesse da CELG GT indicar um material específico para ser fornecido no revestimento, esse material será informado no edital de licitação.

Com o intuito de reduzir o estresse elétrico e excessiva densidade de corrente no revestimento, a primeira (lado fase) e última (lado terra) aletas devem ser posicionadas diretamente sobre as ferragens integrantes. Não serão aceitos perfis de isoladores onde as aletas são confeccionadas afastadas da ferragem.

Não serão permitidas as utilizações de selo/anéis de vedação nas interfaces ferragem/revestimento/núcleo.

A aderência do revestimento ao núcleo e às ferragens do isolador composto polimérico, deve ser de tal 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.

O revestimento deve possuir uma espessura mínima de 3 mm sobre o núcleo, 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 atender aos seguintes requisitos:

- a) ficar perfeitamente aderente ao núcleo e às ferragens integrantes;
- b) ser hidrofóbico;

- c) ser projetado de forma a evitar a formação de descargas localizadas e a impedir a possibilidade de penetração de umidade, pelas interfaces;
- d) resistir ao trilhamento elétrico, erosão e às solicitações decorrentes de corona, radiação ultravioleta, ozônio, contaminação atmosférica e arcos de potência;
- e) suportar lavagens sob pressão em linhas de transmissão e distribuição energizadas, de acordo com a norma IEEE Std. 957;
- f) a parte do revestimento aderida ao eixo deverá ser fabricada em corpo único;
- g) ser homogêneo;
- h) ser resistente ao manuseio para evitar danos durante a instalação.

5.4 Ferragens Integrantes

As ferragens podem ser de ferro nodular, aço carbono forjado, aço inoxidável, liga de alumínio ou bronze.

Os engates metálicos fabricados em ferro ou aço carbono deverão ser zincados por imersão a quente, de acordo com a ABNT NBR 6323, respeitando as classes indicadas na Tabela 1 da ABNT NBR 7095. Quando se tratar de transporte marítimo os engates devem ser bicromatizados.

As ferragens devem ser fixadas às extremidades do núcleo através de processos que assegurem totalmente a impossibilidade de seu deslocamento em relação ao núcleo e aos materiais isolantes.

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.

Todas as arestas, porventura, existentes nos engates metálicos devem ser convenientemente arredondadas, objetivando minimizar os efeitos corona e de radiointerferência.

Os engates tipo garfo devem ser fornecidos com o pino e respectiva cupilha, sendo que esta deve atender a ABNT NBR 9893. Para os engates tipo concha bola também deve ser fornecido a cupilha que deve ser em aço inoxidável e satisfazer as exigências da ABNT NBR 7107.

5.5 Tensão de Radiointerferência

A tensão de radiointerferência, quando medida em 500 kHz e referida a uma impedância de 300 ohms, não deve ser superior aos valores apresentados na Tabela 2.

5.6 Anel de Blindagem Anticorona

O tamanho e posição de instalação dos anéis de blindagem anticorona devem prevenir a ocorrência do efeito corona ao longo do comprimento do isolador.

O projeto dos anéis de blindagem anticorona deve possibilitar a sua instalação e remoção do isolador com ferramentas de linha viva. Os parafusos, porcas e arruelas de fixação devem ser projetadas de forma a não se afrouxarem ou se soltarem ao longo do tempo.

Se o projeto do isolador prever o uso de anel de blindagem anticorona, todos os ensaios elétricos devem ser realizados incluindo este dispositivo.

Os isoladores-bastão compostos poliméricos das linhas de 230 kV devem obrigatoriamente possuir o anel anticorona.

6. INSPEÇÃO E ENSAIOS

6.1 Generalidades

- a) A CELG GT deverá ser comunicada pelo fornecedor, com pelo menos 15 (quinze) dias de antecedência se fornecedor nacional, e 30 (trinta) dias se fornecedor estrangeiro, das datas em que o isolador, ou lote, estiverem prontos para a inspeção final, completos com todos os seus acessórios.
- b) O fornecedor deverá apresentar nessa ocasião a Programação de Inspeção e Ensaios, que deverá conter as datas de início da realização de todos os ensaios, os locais e a duração prevista de cada um deles.
O período para a inspeção deve ser dimensionado pelo proponente de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na proposta de fornecimento.
- c) Os isoladores deverão ser submetidos à inspeção e ensaios na fábrica, na presença de inspetores credenciados pela CELG GT, seguindo a Programação do Plano de Inspeção e Testes.
- d) A CELG GT se reserva o direito de inspecionar e testar os isoladores e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o material em questão estiver sendo fabricado, fornecendo as informações desejadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- e) Antes de serem fornecidos os isoladores, um protótipo de cada tipo deve ser aprovado, através da realização dos ensaios de projeto e de tipo previstos nas Tabelas 3 e 5.
- f) De comum acordo com a CELG GT, o fabricante poderá substituir a execução de qualquer ensaio de projeto e/ou de tipo pelo fornecimento de relatórios do mesmo ensaio efetuado em isoladores equivalentes aos ofertados.
- g) Os ensaios para aprovação do protótipo podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da CELG GT, se já existir um protótipo idêntico aprovado. Se os ensaios de projeto e de tipo forem dispensados, o fabricante deve submeter um relatório completo dos ensaios indicados nas Tabelas 3 e 5 com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas. A eventual dispensa destes ensaios pela CELG GT somente terá validade por escrito.
- h) O fabricante deverá dispor de pessoal e de aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de contratação deve haver aprovação prévia da CELG GT).
- i) O fabricante deverá assegurar ao inspetor da CELG GT o direito de se familiarizar, em detalhe, com as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir

resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.

- j) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc, devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO e válidos por um período de, no máximo, 1 (um) ano e por ocasião da inspeção, ainda dentro do período de validade, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- k) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
- não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta norma;
 - não invalida qualquer reclamação posterior da CELG GT a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.
Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, sem a sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.
- l) Após a inspeção o fabricante deverá encaminhar à CELG GT, por lote ensaiado, um relatório completo dos testes efetuados, em 1 (uma) via, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela CELG GT.
Este relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos testes e os resultados obtidos.
- m) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a CELG GT, sendo o fabricante responsável pela recomposição de unidades ensaiadas, quando isto for necessário, antes da entrega à CELG GT.
- n) Nenhuma modificação nos isoladores deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CELG GT. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CELG GT, sem qualquer custo adicional.
- o) A CELG GT poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os isoladores estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- p) Para efeito de inspeção, os isoladores deverão ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela CELG GT.
- q) O custo dos ensaios deverá ser por conta do fabricante.
- r) A CELG GT se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso as despesas serão de responsabilidade da CELG GT, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.

s) Os custos da visita do inspetor da CELG GT (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos) correrão por conta do fabricante nos seguintes casos:

- se na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto;
- se o laboratório de ensaio não atender às exigências de 6.1.h a 6.1.j;
- se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- se o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa;
- se a inspeção ocorrer fora do território nacional.

6.2 Classificação dos Ensaios

Os ensaios são classificados em:

- a) ensaios no isolador-bastão composto polimérico;
- b) ensaios no composto polimérico do revestimento e das saias.

O objetivo destes ensaios é identificar o material polimérico, avaliar as propriedades e características relevantes para os materiais composto poliméricos utilizados nos isoladores.

6.3 Ensaio de Projeto

O objetivo dos ensaios de projeto é verificar a adequação do material e do método de fabricação (tecnologia).

O projeto de um isolador-bastão composto polimérico é definido pelos seguintes elementos:

- material do núcleo, revestimento e seu processo de fabricação;
- material dos terminais integrantes, seu projeto e método de fixação (excluído o acoplamento);
- espessura da camada do revestimento sobre o núcleo;
- diâmetro do núcleo.

Quando um isolador-bastão composto polimérico torna-se um isolador de referência (“padrão”), para uma classe de projeto, os resultados devem ser considerados válidos para toda a classe. Esse isolador de referência ensaiado define uma classe de projeto dos isoladores que têm as seguintes características:

- a) mesmo material do núcleo e saias, e mesmo processo de fabricação;
- b) mesmo material dos terminais integrantes, mesmo projeto da zona de conexão e mesma geometria da interface revestimento - terminal integrante e da interface núcleo - terminal integrante;
- c) espessura do material do revestimento sobre o núcleo igual ou maior;
- d) solicitação sob carga mecânica igual ou maior;
- e) parâmetros do perfil do revestimento equivalentes;
- f) diâmetro do núcleo igual ou maior.

Nota:

Caso haja alterações no projeto, as condições de repetição dos ensaios estão previstas na Tabela 3.

6.3.1 Geral

Os ensaios de projeto devem:

- a) atender as exigências desta norma e as da ABNT NBR 15122 ou da IEC 61109;
- b) ser executados de acordo com a sequência apresentada no item 6.3.2;
- c) os ensaios de projeto devem ser realizados somente uma vez e seus resultados registrados em um relatório de ensaios;
- d) os resultados obtidos nos ensaios de projeto, para um determinado isolador, são considerados válidos para toda a classe de isoladores que é representada pelo que foi ensaiado, desde que tais isoladores apresentem as características exigidas na ABNT NBR 15122 ou na IEC 61109 em relação ao que foi ensaiado.

Nota:

O isolador de um projeto específico deve ser considerado aprovado somente se as exigências de todos os ensaios forem atendidas.

6.3.2 Relação e Descrição dos Ensaios de Projeto

6.3.2.1 Ensaio nas Interfaces e Conexões dos Terminais Integrantes

O ensaio de imersão de água e os ensaios de verificação devem ser realizados segundo a ABNT NBR 15643.

6.3.2.2 Ensaio de Dureza

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15643.

6.3.2.3 Ensaio de Envelhecimento Acelerado

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15643.

6.3.2.4 Ensaio de Trilhamento e Erosão

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15643.

6.3.2.5 Ensaio de Flamabilidade

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15643.

6.3.2.6 Ensaio no Material do Núcleo

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15643.

6.3.2.7 Ensaio de Verificação da Resistência a Ataques Químicos

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR IEC 62039.

6.3.2.8 Ensaio de Carga-Tempo do Núcleo Montado

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15122.

6.3.2.9 Ensaio de Líquido Penetrante

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15643.

6.3.2.10 Ensaio de Difusão de Água

O ensaio deve ser realizado segundo a ABNT NBR 15643.

6.4 Ensaios de Tipo

Estes ensaios são destinados à verificação das principais características de um isolador-bastão composto polimérico, as quais dependem principalmente de seu formato e tamanho. Os ensaios de tipo devem ser aplicados a isoladores compostos, pertencentes a uma classe de projeto que tenha sido aprovada nos ensaios de projeto. Os ensaios de tipo só devem ser repetidos quando o tipo ou o material do isolador composto for alterado.

Notas:

- 1) *Um tipo de um isolador é definido, eletricamente, pela distância de arco a seco, pela distância de escoamento e pela inclinação, diâmetro e espaçamento das saias e mecanicamente pelo tipo de fixação, devendo os ensaios de tipo ser repetidos se pelo menos uma dessas características for alterada, pelo projeto, matéria prima ou processo de fabricação;*
- 2) *Um tipo de isolador é definido, mecanicamente, pelo diâmetro do núcleo e pelo método de fixação dos engates, devendo os ensaios mecânicos de tipo ser repetidos se pelo menos uma dessas características for alterada.*

6.4.1 Geral

Os ensaios de tipo devem:

- a) atender às condições e exigências da ABNT NBR 15122 ou da IEC 61109;
- b) ser aplicados em isoladores cuja classe foi aprovada nos ensaios de projeto, conforme 6.3;
- c) ser repetidos apenas quando o tipo e/ou material do isolador for(em) alterado(s).

6.4.2 Relação dos Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo e as normas aplicáveis são apresentados na Tabela 5 e devem ser executados conforme as normas da ABNT: NBR 5032 e NBR 15123.

6.4.3 Ensaio de Tensão Suportável Nominal de Impulso Atmosférico a Seco

Este ensaio deve ser executado de acordo com as normas da ABNT: NBR 5032 e NBR 15123 e atender aos requisitos da Tabela 1.

6.4.4 Ensaio de Tensão Suportável em Frequência Industrial Sob Chuva

Este ensaio deve ser executado de acordo com as normas da ABNT: NBR 5032 e NBR 15123 e atender aos requisitos da Tabela 1.

6.4.5 Ensaio de Radiointerferência

Este ensaio deve ser executado de acordo com a ABNT NBR 15121 ou IEC 61437 e atender às exigências do item 5.5.

6.4.6 Ensaio de Arco de Potência

6.4.6.1 Procedimento de Ensaio

Devem ser selecionados três isoladores para este teste.

Cada isolador deve, então, ser tencionado com 1400 daN e mantido com esta carga durante a execução deste ensaio.

Iniciar um arco através de cada isolador por meio de fio de cobre de 0,127 mm de diâmetro (fusível). O arco deve durar de 15 a 30 ciclos e a magnitude de sua corrente, determinada pelo produto $I \times t$, deve ser igual a 150 kA. Este ensaio deve ser executado de acordo com as prescrições da norma IEC 61467.

6.4.6.2 Critérios de Aprovação

a) Inspeção Visual

Deve ser feita uma inspeção do corpo do revestimento e engates metálicos de cada isolador.

O desempenho de cada uma das amostras será considerado satisfatório se não ocorrer:

- exposição do núcleo;
- separação mecânica das partes do isolador;
- fraturas no revestimento.

b) Teste de Líquido Penetrante

Cada isolador deve ser imerso em corante, constituído por 1g de fucsina em 100g de metanol, por um período de 15 minutos. Em seguida, os isoladores devem ser retirados da solução e secos.

Para a avaliação do ensaio, devem ser feitos os seguintes cortes em cada isolador:

- 90° em relação ao eixo do núcleo e cerca de 50 mm de ambos os engates metálicos;
- longitudinal, dividindo ambos os engates de cada isolador em duas metades, retirando-se o revestimento.

A evidência da presença de corante no núcleo de qualquer uma das unidades ensaiadas caracterizará falha do isolador.

6.4.7 Ensaios no Polímero do Revestimento

6.4.7.1 Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier (FITIR)

Este ensaio deve ser executado de acordo com a ASTM E204.

6.4.7.2 Medição do Tempo de Indução Oxidativa (OIT) e da Temperatura de Fusão

Este ensaio deve ser executado de acordo com a ABNT NBR 13977 e ASTM D3418.

6.4.8 Ensaio Mecânico Carga Tempo e Ensaio de Verificação da Estanqueidade da Interface entre as Ferragens Integrantes e o Revestimento do Isolador

Este ensaio deve ser executado de acordo com a ABNT NBR 15122 ou IEC 61109.

6.5 Ensaios de Rotina

O objetivo dos ensaios de rotina é eliminar os isoladores-bastão compostos poliméricos com defeitos de fabricação. Esses ensaios devem ser realizados sobre cada isolador produzido.

O custo destes ensaios deve estar incluso no preço do isolador. A CELG GT poderá a seu critério, enviar inspetor para acompanhar a execução destes ensaios.

6.6 Ensaios de Recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características dos isoladores-bastão compostos poliméricos, incluindo aquelas que dependem da qualidade da fabricação e do material empregado. Esses ensaios devem ser feitos em isoladores tomados aleatoriamente dos lotes apresentados para aceitação.

Os ensaios de recebimento deverão ser realizados na presença do inspetor da CELG GT, por ocasião do recebimento de cada lote, e seus custos deverão estar inclusos no preço do fornecimento.

Os ensaios de recebimento devem ser realizados em amostras retiradas aleatoriamente pelo inspetor da CELG GT do lote apresentado para inspeção.

6.6.1 Relação dos Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento bem como as normas aplicáveis são apresentados na Tabela 4.

6.6.2 Amostragem para Ensaios de Recebimento

Nos ensaios de recebimento as amostras deverão ser usadas conforme está indicado na Tabela 6.

6.6.3 Descrição dos Ensaios de Recebimento

6.6.3.1 Inspeção Geral

Antes da execução dos demais ensaios de recebimento, o inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando:

- a) defeitos no acabamento da superfície do isolador, conforme item 4.3, sendo aceitáveis defeitos superficiais individuais de área inferior a 25 mm² (área total de defeito não excedendo a 0,2% da área total da superfície do isolador) e profundidade inferior a 1 mm. Não são admitidas rachaduras;
- b) identificação, conforme item 4.2;
- c) acondicionamento, conforme item 4.4;
- d) montagem e fixação das ferragens integrantes, que deve estar de acordo com o desenho do fabricante previamente aprovado;
- e) cor do isolador, que deve ser a especificada no desenho;
- f) defeitos de fissuras na raiz da saia, principalmente próximo aos terminais integrantes;
- g) defeito de falta de aderência do revestimento sobre os terminais;
- h) separação ou defeitos de aderência nas interfaces das saias com o revestimento;
- i) protuberâncias decorrentes do processo de moldagem com comprimento de 1 mm acima da superfície do revestimento.

A não conformidade de um isolador com qualquer um desses requisitos determinará a sua rejeição.

6.6.3.2 Verificação Dimensional

As dimensões do isolador devem ser confrontadas com as dimensões correspondentes da padronização da CELG GT ou conforme o desenho do fornecedor previamente aprovado pela CELG GT.

6.6.3.3 Verificação do Sistema de Travamento

As dimensões e gabaritos dos terminais integrantes são apresentados na ABNT NBR 15255. A verificação apropriada deve ser feita para os tipos de ferragens utilizados. A verificação do sistema de travamento, quando aplicável, deve ser realizada conforme ABNT NBR 5032.

6.6.3.4 Verificação da CMN

6.6.3.4.1 Procedimento de Ensaio

Os isoladores da amostragem deverão ser submetidos, na temperatura ambiente, a uma carga de tração aplicada entre os terminais integrantes. A carga de tração deve ser aumentada de forma contínua e rápida, de zero até aproximadamente 75% da CMN e, então, elevada gradualmente, num tempo entre 30 e 90 s, até a CMN.

Se for obtido o valor de 100% da CMN e um tempo inferior a 90 s, a carga (100% da CMN) deve ser mantida pelo tempo remanescente, até 90 s. Este ensaio é considerado como equivalente a um ensaio de carga nominal durante 1 min a 100% da CMN.

Para se obter maiores informações do ensaio, quando não houver impedimentos (por exemplo, limitações de carga de tração máxima na máquina de ensaio), a carga poderá ser aumentada até a ruptura, devendo este valor ser registrado.

6.6.3.4.2 Critério de Aceitação

O isolador será considerado aprovado neste ensaio se:

- a) nenhuma falha (ruptura ou arrancamento completo do núcleo ou fratura dos terminais integrantes) ocorrer durante o ensaio de 1 min com 70% da CMN ou durante o ensaio de suportabilidade com 100% da CMN com duração de 1 min.;
- b) nenhuma fissura for indicada pelo método de penetração de corante;
- c) a investigação das metades mostrar, claramente, que as fissuras não atingem o núcleo.

6.6.3.5 Verificação da Estanqueidade da Interface entre os Terminais Integrantes e o Revestimento

6.6.3.5.1 Penetração do Corante

Um isolador selecionado aleatoriamente na linha normal de fabricação, pelo inspetor da CELG GT, deve ser submetido à indicação de fissura pelo método da penetração de corante, segundo a ABNT NBR 15122 ou IEC 61109. A região a ser pesquisada abrange o comprimento completo da interface entre o revestimento e o terminal integrante, e inclui uma área adicional, suficientemente extensa, além da extremidade do terminal integrante.

A indicação de fissura deve ser verificada da seguinte maneira:

- a) a superfície deve ser prévia e adequadamente limpa com um detergente;
- b) um corante, que deve agir durante 20 min, deve ser aplicado na superfície limpa;
- c) após 5 min da aplicação do corante, o isolador deve ser submetido, na temperatura ambiente, a uma carga de tração de 70% da CMN, aplicada entre os terminais integrantes; a carga de tração deve ser aumentada de forma contínua e rápida, de zero até 70% da CMN e, então, mantida neste valor por 1 min;
- d) a superfície deve ser limpa, o excesso de corante removido e seca;
- e) um produto revelador deve ser aplicado, se necessário;
- f) a superfície deve ser inspecionada.

Alguns materiais de revestimento podem ser penetrados pelo corante. Nesses casos, evidências devem ser fornecidas para validar a interpretação dos resultados.

Após o ensaio de penetração do corante, o corpo-de-prova deve ser inspecionado. Se qualquer fissura ocorrer, o revestimento e, se necessário, os terminais integrantes e o núcleo devem ser cortados perpendicularmente à fissura, no meio da região mais larga da fissura indicada, em duas metades. A superfície de cada uma das metades deve ser então, investigada para verificar a profundidade da fissura.

6.6.3.6 Ensaio de Verificação da Zincagem por Imersão a Quente

Devem ser efetuados os ensaios para verificação da aderência e da espessura do revestimento de zinco conforme prescrito, respectivamente, nas NBRs 7398 e 7399, devendo o isolador ser considerado aprovado se os resultados do ensaio estiverem de acordo com as normas da ABNT: NBR 5032 e NBR 6323.

6.6.3.7 Ensaio de Verificação da Aderência do Revestimento

Este ensaio destina-se a verificar a qualidade da aderência nas interfaces núcleo/revestimento e terminais integrantes/revestimento.

A amostragem para este ensaio será constituída de 3 isoladores completos novos, selecionados aleatoriamente da linha normal de fabricação pelo inspetor da CELG GT.

a) Preparação das amostras

Com equipamento apropriado (serra, fresa, etc.) deve-se fazer um corte longitudinal no centro do núcleo do isolador.

Caso o isolador apresente uma distância entre ferragens superior a 800 mm, ele deve ser cortado em seções com aproximadamente 800 mm para compor os corpos-de-prova. Caso o isolador apresente uma distância entre ferragens inferior ou igual a 800 mm, todo o isolador deve ser considerado como corpo-de-prova.

Obrigatoriamente um dos corpos-de-prova deve conter a interface terminal integrante/revestimento, do lado oposto da ruptura ou deslocamento da ferragem, após o ensaio de ruptura mecânica. Neste caso, o corte deve iniciar na ferragem, deixando expostas todas as interfaces do isolador (ferragem/revestimento e núcleo/revestimento) e toda a área de compressão.

O comprimento do corte a ser realizado em cada corpo-de-prova deve deixar aproximadamente 250 mm de núcleo com revestimento.

b) Procedimento de 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).

c) Critério de aceitação

O revestimento deverá ter aderência em todas as amostras.

Se ocorrer mais de uma amostra com uma região sem aderência o lote será rejeitado.

Se uma única amostra tiver uma região com falta de aderência, o ensaio deve ser repetido em uma amostragem duas vezes maior. Se na 2ª amostragem houver um ou mais corpos de prova com falta de aderência, o lote será rejeitado.

7. RELATÓRIOS DE ENSAIOS

Ao término da inspeção, ou quando a mesma for dispensada de acompanhamento em fábrica, o fornecedor deverá entregar à CELG GT, dois conjuntos de relatórios de ensaios, contendo no mínimo as seguintes informações:

- 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) certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 12 meses;
- g) número do Contrato de Fornecimento de Material;
- h) data de início e de término de cada ensaio;
- i) nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da CELG GT e data de emissão do relatório.

8. CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

8.1 Ensaio de Recebimento

Para análise da aceitação ou rejeição de um lote devem-se inspecionar as peças de acordo com as amostragens definidas na Tabela 6 e os critérios de aceitação definidos nos respectivos ensaios, sendo os isoladores-bastão compostos poliméricos 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 ABNT NBR 5426.

Se o motivo da falha puder ser claramente identificado, o fabricante pode fazer uma triagem no lote, de forma a eliminar os isoladores com tal defeito. Após a triagem, o lote pode ser submetido novamente aos ensaios de recebimento, devendo o tamanho da amostra ser o dobro do tamanho original.

Se algum isolador falhar na repetição dos ensaios, o lote deve ser rejeitado.

8.2 Ensaio de Projeto, Tipo e Rotina

Para estes ensaios, a amostragem e os critérios de aceitação estão contidos nos respectivos itens descritivos dos ensaios.

ANEXO A - TABELAS

TABELA 1

CARACTERÍSTICAS ELETROMECCÂNICAS DO ISOLADOR

Classe de Tensão (kVef)	Tensão Nominal (kV)	Carga Mecânica Mínima (daN)	Distância Mínima de Escoamento (mm)	Tensão Suportável de Impulso Atmosférico (kVef) (mínimo)	Tensão Suportável 60 Hz sob Chuva (kVef) (mínimo)	Massa Aprox. (kg)
15	13,8	5000	445	110	34	1,3
36,2	34,5	5000	745	150	50	1,5
72,5	69	8000	1705	350	170	3,0
145	138	12000	3553	650	330	5,1
242	230	12000	6535	1050	550	10,7

Nota:

- 1) Os valores de distância de escoamento e massa aproximada são referenciais devendo o fabricante confirmar estes valores em seus projetos e propostas apresentadas.
- 2) A distância mínima de escoamento deverá ser prevista e garantida pelo fabricante.

TABELA 2

LIMITES DE TENSÃO DE RADIOINTERFERÊNCIA

Tensão Máxima do Isolador (kV eficaz)	Tensão de Ensaio (kv eficaz)	Tensão de Radiointerferência em 500 kHz e Referida a 300 ohms (μ V)
15	9,41	400
36,2	22	
72,5	44	
145	88	600
242	146	800

TABELA 3
ENSAIOS A SEREM REALIZADOS APÓS ALTERAÇÕES NO PROJETO

Se as Alterações no Projeto do Isolador Abrangem		Então os Seguintes Ensaios Devem Ser Repetidos:									
		Ensaios de projeto								Ensaios de Tipo	
		ABNT NBR 15643	ABNT NBR 15122	ABNT NBR 15643 Ensaio no material do revestimento				NBR 15643 Ensaio no material do núcleo		ABNT NBR 15122	
		Ensaio nas interfaces e conexões dos terminais integrantes	Ensaio de carga – tempo no núcleo montado	Ensaio de dureza	Ensaio de envelhecimento acelerado	Ensaio de trilhamento e erosão	Ensaio de flamabilidade	Ensaio de líquido penetrante	Ensaio de difusão de água	Ensaio Elétricos	Ensaio Mecânicos
1	Materiais do revestimento	X	X ³⁾	X	X	X	X				
2	Perfil do revestimento ¹⁾	X				X				X	
3	Material do núcleo	X	X					X	X		X
4	Diâmetro do núcleo ²⁾	X	X					X	X		X
5	Processo de fabricação do núcleo e dos terminais integrantes	X	X					X	X		X
6	Processo de montagem do núcleo e dos terminais integrantes	X	X								X
7	Processo de fabricação do revestimento	X	X ³⁾	X	X	X	X				X ³⁾
8	Processo de montagem do revestimento	X	X ³⁾			X					X ³⁾
9	Material dos terminais integrantes	X	X								X
10	Projeto da interface das conexões dos terminais integrantes	X	X								X
11	Projeto das interfaces núcleo/revestimento/ terminais integrantes	X	X ³⁾			X					X ³⁾
12	Tipo de acoplamento										X

Notas:

1) Variações do perfil dentro das seguintes tolerâncias não constituem uma alteração:

- projeção;
- diâmetro;
- espessura na base e na ponta;
- espaçamento;
- inclinação das saias;
- repetição das saias.

2) Variações do diâmetro do núcleo dentro de $\pm 15\%$ não constituem uma alteração.

3) Não é necessário se puder ser demonstrado que a alteração não influencia na suportabilidade mecânica do núcleo montado.

TABELA 4

ENSAIOS DE RECEBIMENTO

Ensaio de Recebimento		Norma ou Procedimento de Ensaio Aplicável
1	Inspeção geral	Conforme item 6.6.3.1
2	Verificação dimensional	ABNT NBR 15122 ou IEC 61109
3	Verificação do sistema de travamento	
4	Verificação da carga mecânica (CMN)	
5	Verificação da estanqueidade da interface entre as ferragens integrantes e o revestimento do isolador (penetração de corantes)	
6	Verificação da zincagem por imersão a quente	Conforme item 6.6.3.6 e ABNT NBR 5032
7	Ensaio da verificação da aderência do revestimento	Conforme item 6.6.3.7

TABELA 5

ENSAIOS DE TIPO

Ensaio de Tipo		Norma ou Procedimento de Ensaio Aplicável
1	Ensaio no Polímero do Revestimento	Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FITIR)
		Medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão
2	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico, a seco	ABNT NBR 5032 e ABNT NBR 15123
3	Tensão suportável sob impulso de manobra, sob chuva	
4	Ensaio mecânico carga tempo e ensaio de verificação da estanqueidade da interface entre as ferragens integrantes e o revestimento do isolador	ABNT NBR 15122 ou IEC 61109
5	Medição da tensão de radiointerferência (TRI)	ABNT NBR 15121 ou IEC 61437
6	Arco de potência	IEC 61467

Notas:

- 1) Os níveis máximos aceitáveis de tensão de radiointerferência devem estar de acordo com a Tabela 2;
- 2) Os isoladores devem ser submetidos aos ensaios elétricos com os anéis de equalização de potencial, se estes forem parte integrante do tipo de isolador.

TABELA 6

PLANOS DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO E INSPEÇÃO GERAL

Tamanho do Lote	Inspeção Geral			Verificação Dimensional e do Sistema de Travamento			Verificação da CMN e da Aderência do Revestimento			Verificação da Zincagem por Imersão a Quente		
	Nível 1			Nível 1			Nível S4			Nível S4		
	NQA 10 %			NQA 1,5 %			NQA 2,5 %			NQA 10%		
	Am	Ac	Re	Am	Ac	Re	Am	Ac	Re	Am	Ac	Re
151 a 280	13	3	4	8	0	1	20	1	2	5	1	2
281 a 500	20	5	6	32	1	2	20	1	2	5	1	2
501 a 1.200	32	7	8	32	1	2	20	1	2	5	1	2
1.201 a 3.200	50	10	11	50	2	3	32	2	3	8	2	3
3.201 a 10.000	80	14	15	80	3	4	32	2	3	8	2	3

Notas:

- 1) Am - tamanho da amostra.
Ac - número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote.
Re - número de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.
- 2) No caso de lotes superiores a 10.000 peças, mediante acordo entre fabricante e CELG, a inspeção poderá ser efetuada em sub-lotes iguais, cada um com uma quantidade inferior a 10.000 peças. Neste caso, os resultados dos ensaios devem ser considerados separadamente para cada lote.

TABELA 7

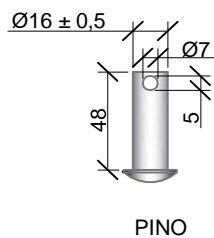
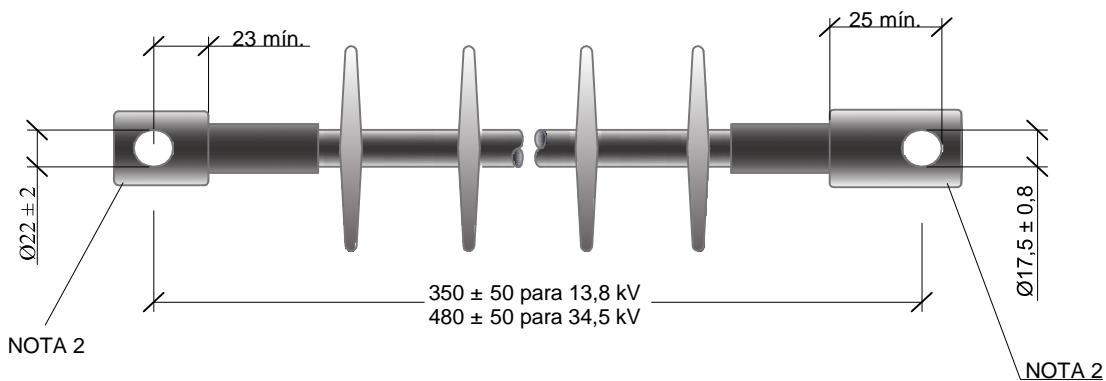
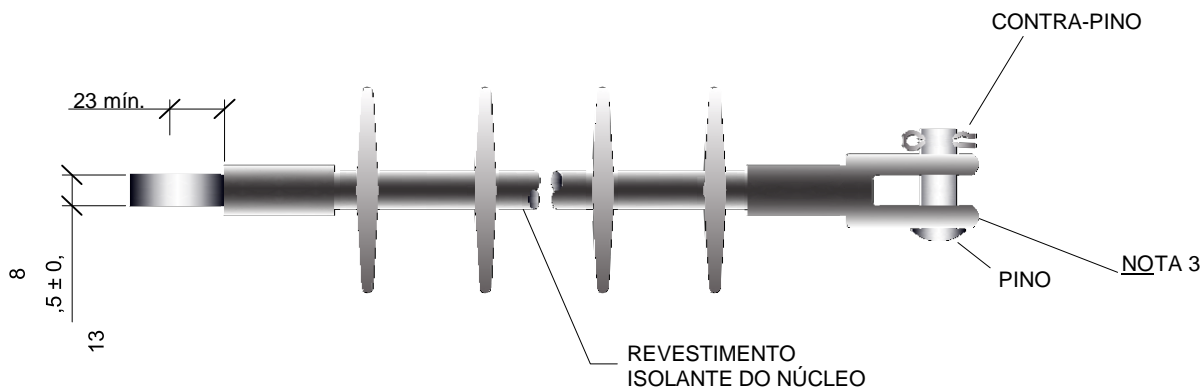
REQUISITOS FÍSICOS DO POLÍMERO E RESPECTIVOS ENSAIOS

Norma a Ser Utilizada Para Ensaios	Ensaio	Requisitos	
		Borracha de silicone	EPDM
ASTM D149	Rigidez dielétrica	> 17 kV/mm	> 10 kV/mm
ASTM D2240	Dureza após envelhecimento com duração de 168 h	aumento de 7 pontos (a 175 ± 3 °C)	aumento de 7 pontos (a 175 ± 3 °C)
NBR IEC 62039	Resistência à degradação física e química pela ação da água	12 kV durante 1 min	12 kV durante 1 min
NBR IEC 62039	Resistência ao rasgo	> 6 N/mm	> 6 N/mm
NBR IEC 62039	Medição da resistividade volumétrica	> 1010 Ωm	> 1010 Ωm
NBR 10296	Resistência ao trilhamento e erosão	3,50 kV	3,50 kV

Notas:


- 1) Os materiais apresentados na tabela são os atualmente mais utilizados. Outros materiais poderão ser aceitos, desde que seus valores correspondam aos requisitos físicos acima listados e sejam submetidos à aprovação da CELG GT;
- 2) As características da poliamida estão definidas para utilização em materiais que não tenham contato direto com a rede energizada ou não tenham como sua característica principal ser isolante.

ANEXO B DESENHO 1

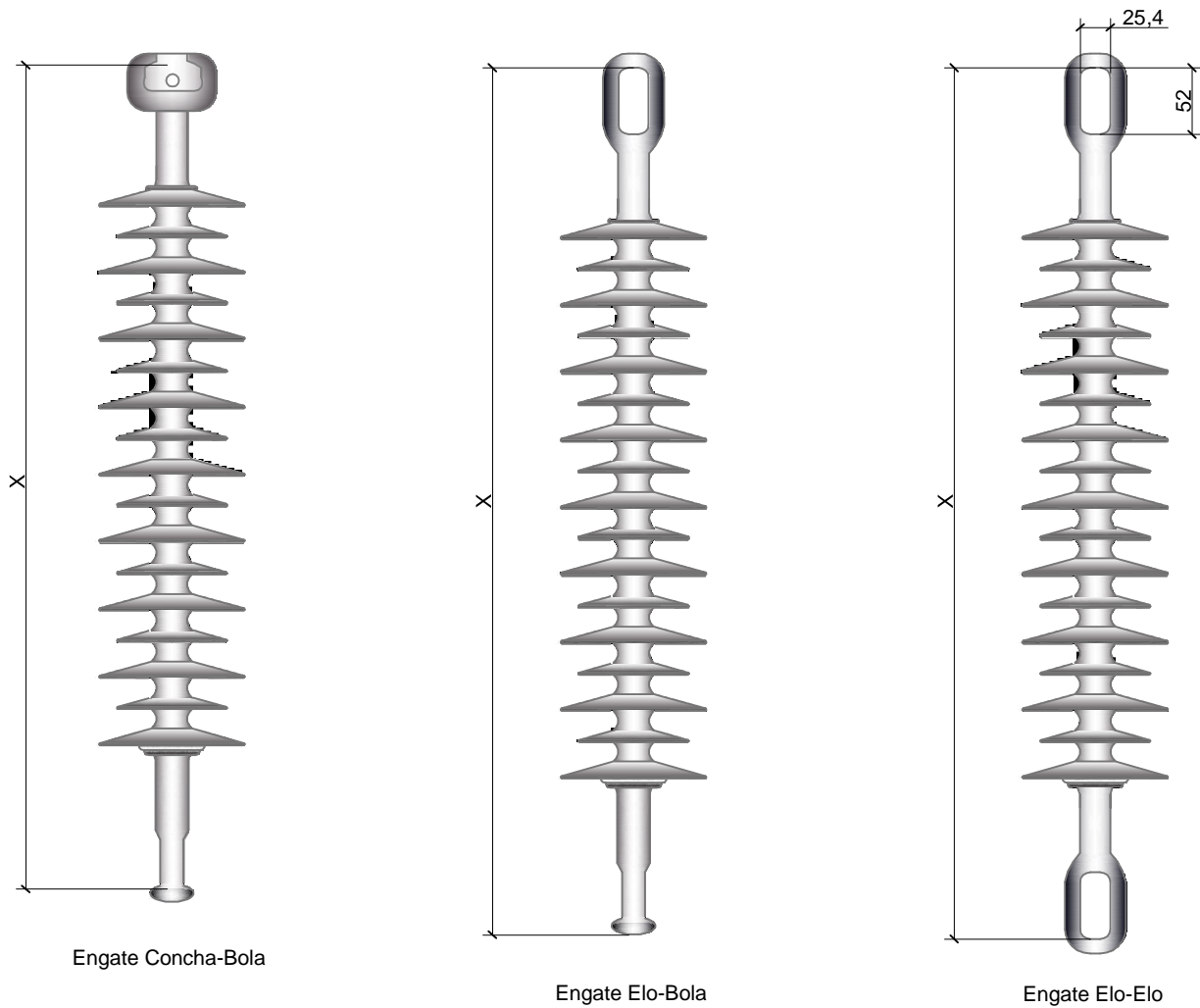


NOTAS:

- 1) O número e diâmetro das saias do isolador devem ser definidos em função da distância de escoamento especificada.
- 2) Engate olhal quadrado, classe 16, conforme Tabela 18 da ABNT NBR 7108.
- 3) Engate garfo, classe 16, conforme Tabelas 18 e 19 da ABNT NBR 7108.
- 4) Variações de forma nas partes não cotadas são admissíveis, desde que mantidas as características eletromecânicas do isolador.
- 5) Medidas em milímetros.

	CELG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S. A.			CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS ISOLADORES 13,8 E 34,5 kV		
	DIM.: mm	DES.: DT-SET	APROV.:			
	ESC.: s/esc.	VISTO:	DATA: FEV/12	NORMA: NT-25	REF.:	38
	ELAB.: DT-SET	SUBST.:				

DESENHO 2



Item	Tensão (kV)	Passo "X" (mm)	Nº de Aletas	Peso Aprox. (kg)	Engate
01	69	834	25	2,90	Concha-Bola
02	69	852	25	3,00	Elo-Bola
03	69	878	25	3,00	Elo-Elo
07	138	1.439	43	5,40	Concha-Bola
08	138	1.457	43	5,40	Elo-Bola
09	138	1.480	43	5,40	Elo-Elo
10	230	2.319	75	10,70	Concha-Bola
11	230	2.337	75	8,30	Elo-Bola
12	230	2.337	75	7,80	Elo-Elo

NOTA:

1) Dimensões em milímetros.

	CELG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S. A.			CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS ISOLADORES 69, 138 E 230 kV		
	DIM.: mm	DES.: DT-SET	APROV.:			
	ESC.: s/esc.	VISTO:	DATA: FEV/12			
	ELAB.: DT-SET	SUBST.:	NORMA: NT-25	REF.:	39	

DESENHO 3

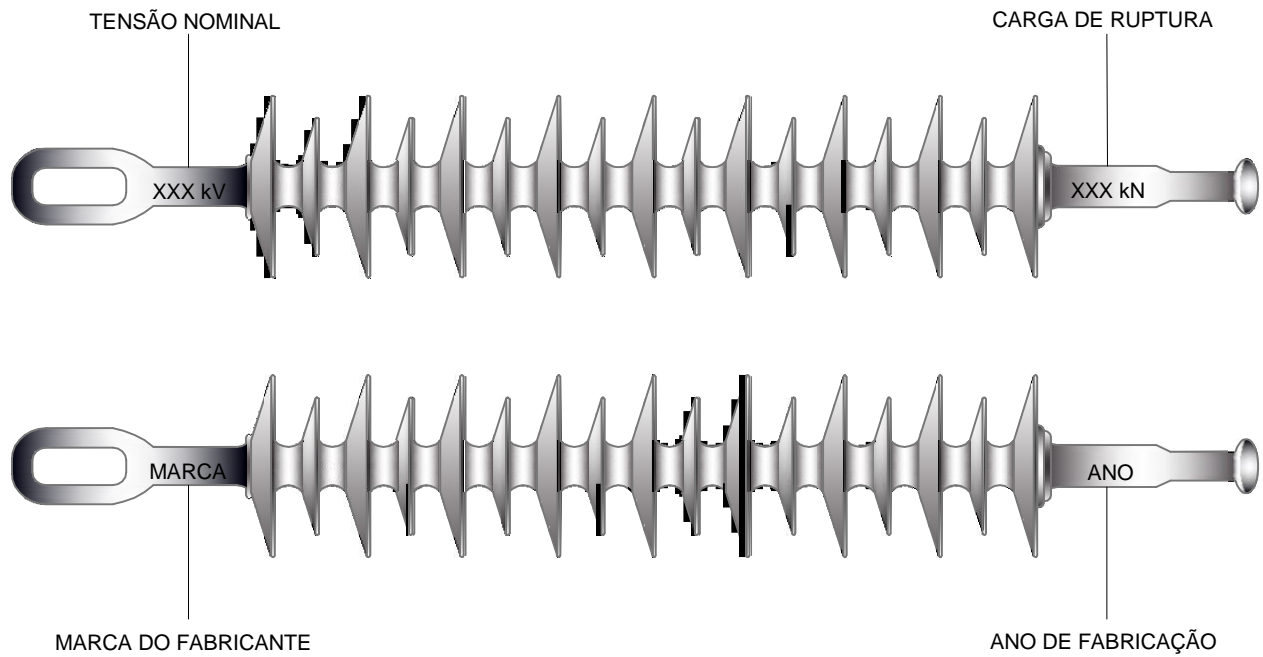


FIGURA 1

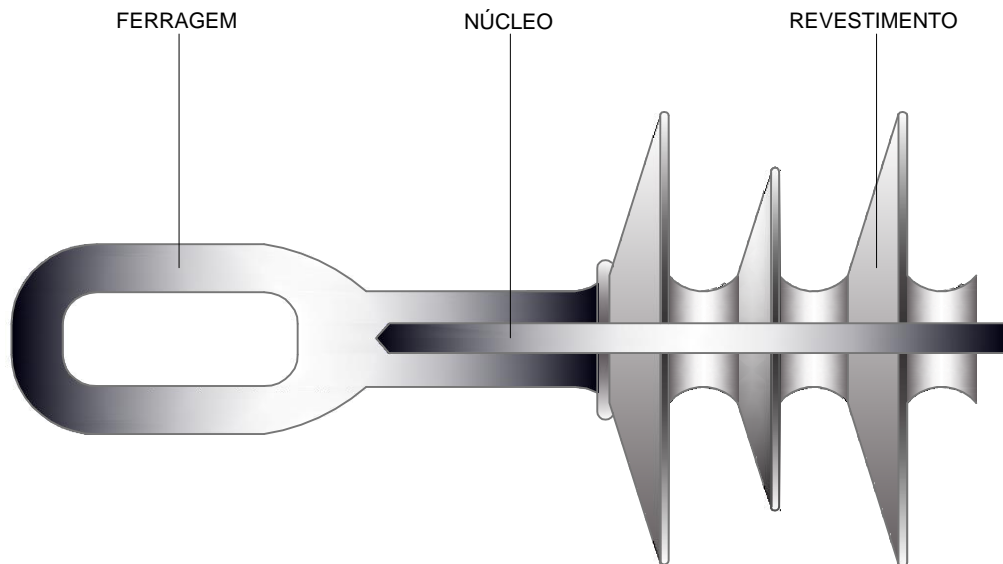



FIGURA 2

	CELG GERAÇÃO E TRANSMISSÃO S. A.			IDENTIFICAÇÃO NO CORPO DO ISOLADOR		
	DIM.: mm	DES.: DT-SET	APROV.:			
	ESC.: s/esc.	VISTO:	DATA: FEV/12	NORMA: NT-25	REF.:	40
	ELAB.: DT-SET	SUBST.:				

ANEXO C

QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

ISOLADOR-BASTÃO COMPOSTO POLIMÉRICO

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

Número da proposta: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA UNIDADE
1	Tipo/modelo do isolador	
2	Materiais utilizados nas seguintes partes do isolador:	
2.1	Núcleo	
2.2	Revestimento	
2.3	Ferragens integrantes	
3	Características elétricas	
3.1	Tensão nominal de operação	kV
3.2	Tensão suportável nominal em frequência industrial, a seco	kV
3.3	Tensão suportável nominal em frequência industrial, sob chuva	kV
3.4	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico: - polaridade positiva - polaridade negativa	kV crista kV crista
3.5	Nível de tensão de radiointerferência	μvolts
4	Características mecânicas	
4.1	Carga mecânica nominal (CMN)	daN
4.2	Carga mecânica de rotina (CMR)	daN
5	Ensaio de projeto e de tipo	
	Quando solicitado nos documentos de licitação o fabricante deverá anexar à sua proposta cópias de todos os ensaios de tipo, conforme Tabelas 5, bem como os ensaios de projeto conforme relacionado no item 6.3.2, aplicados em isoladores idênticos aos ofertados. Estes ensaios devem ser realizados em laboratório oficial ou acompanhados por inspetor da CELG GT.	
6	Peso bruto da embalagem	Kg
7	Numero de unidades por caixa	Unid
8	Peso do isolador completo	Kg
9	Número do(s) desenho(s)	

ANEXO D**COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO****ISOLADOR-BASTÃO COMPOSTO POLIMÉRICO**

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

Número da proposta: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	PREÇO (R\$)
1	Espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FITIR)	
2	Medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão	
3	Tensão suportável nominal de impulso atmosférico a seco	
4	Tensão suportável sob impulso de manobra sob chuva	
5	Ensaio mecânico carga tempo e ensaio de verificação da estanqueidade da interface entre ferragens integrantes e o revestimento do isolador	
6	Medição da tensão de radiointerferência (TRI)	
7	Arco de potência	

Nota:*Esses ensaios devem ser cotados quando solicitado nos documentos de licitação.*

ANEXO E**QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES****Nome do fabricante:** _____**Número da licitação:** _____**Número da proposta:** _____

A documentação técnica de licitação será integralmente aceita a exceção dos seguintes itens.

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESVIOS E EXCEÇÕES

ALTERAÇÕES NA NT-25

Item	Data	Item da norma	Revisão	Alteração
01	Fev/2015	-	00	Emissão inicial a partir da norma da CELG D.