

*Isolador composto tipo pilar  
composto para rede de distribuição  
até 36,2 kV*

*ENERGISA/GTD-NRM/N.º098/2022*

# Especificação Técnica Unificada

ETU - 126.4

Versão 0.0 - Dezembro/2022



## Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para fornecimento de isolador composto tipo pilar (IPC), aplicáveis as linhas e redes aéreas de distribuição, em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto foram consideradas as especificações e os padrões do material em referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ou outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos das modificações baseadas nos resultados de desempenho destes materiais nas empresas do grupo Energisa.

As cópias e/ou impressões parciais ou em sua íntegra deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 0.0, datada de dezembro de 2022.

**Cataguases - MG., Dezembro de 2022.**

**GTD - Gerência Técnica de Distribuição**

Esta Especificação Técnica, bem como as alterações, poderá ser acessada através do código abaixo:





## Equipe técnica de elaboração da ETU-126.4

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Jairo Kennedy Soares Perez**

Energisa Paraíba (EPB)

**Antônio Maurício de Matos Gonçalves**

Energisa Acre (EAC)

**Juliano Ferraz de Paula**

Energisa Sergipe (ESE)

**Fabio Lancelotti**

Energisa Minas Rio (EMR)

**Marcelo Cordeiro Ferraz**

Dir. Suprimentos Logística

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso (EMT)

**Paulo Roberto dos Santos**

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia (ERO)

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Tocantins (ETO)

# Sumário

1	OBJETIVO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTOS FEDERAIS .....	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRA .....	10
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS .....	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....	15
5.1	ISOLADOR.....	15
5.1.1	Isolador tipo pilar .....	15
5.2	CABEÇA.....	16
5.3	CARGA DE FLEXÃO NOMINAL (CFN) .....	16
5.4	CARGA DE RUPTURA ( $C_R$ ).....	16
5.5	DESCARGA DISRUPTIVA .....	16
5.6	DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO.....	16
5.7	PESCOÇO .....	16
5.8	SAIA .....	16
5.9	TRILHAMENTO.....	17
5.10	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	17
5.11	ENSAIOS DE TIPO .....	17
5.12	ENSAIOS ESPECIAIS .....	17
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	18
7	CONDIÇÕES GERAIS .....	18
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO .....	18
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....	19
7.3	ACONDICIONAMENTO .....	19
7.4	MEIO AMBIENTE .....	21
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	22
7.6	GARANTIA .....	23
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA.....	23
7.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	24
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL .....	24
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	26
8.1	MATERIAIS .....	26
8.1.1	Núcleo.....	26



8.1.2	Revestimento no núcleo .....	27
8.1.3	Ferragens integrantes.....	27
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	28
8.3	ACABAMENTO .....	29
8.3.1	Revestimento no núcleo .....	29
8.3.2	Ferragens integrantes.....	29
8.4	IDENTIFICAÇÃO .....	29
8.5	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	30
8.6	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS .....	30
8.6.1	Tensões nominais .....	30
8.6.2	Níveis de isolamento .....	30
8.6.3	Distância de escoamento .....	30
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	30
9.1	GENERALIDADES.....	30
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	34
9.2.1	Ensaio de projeto (P) .....	35
9.2.2	Ensaio de tipo (T) .....	36
9.2.3	Ensaio de recebimento (RE) .....	36
9.2.4	Ensaio especiais (E) .....	36
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	37
9.3.1	Inspeção visual.....	37
9.3.2	Verificação dimensionais .....	37
9.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) .....	38
9.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão .....	38
9.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica .....	38
9.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA) .....	38
9.3.7	Ensaio mecânicos e elétricos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV) .....	39
9.3.8	Ensaio de resistência ao trilhamento e erosão no composto polimérico .....	39
9.3.9	Ensaio termomecânico.....	39
9.3.10	Ensaio de trilhamento e erosão nas interfaces e conexões das ferragens integrantes .....	40
9.3.11	Ensaio de penetração de água nas interfaces e conexões das ferragens integrantes .....	40
9.3.12	Ensaio de dureza .....	41
9.3.13	Ensaio de envelhecimento acelerado .....	41
9.3.14	Ensaio de trilhamento e erosão .....	41
9.3.15	Ensaio de flamabilidade.....	42
9.3.16	Ensaio de líquido penetrante.....	42

9.3.17	Ensaio de difusão de água .....	42
9.3.18	Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos .....	43
9.3.19	Ensaio para verificação da carga de flexão máxima de projeto (CFMP).....	43
9.3.20	Ensaio de carga de tração .....	43
9.3.21	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, a seco .....	44
9.3.22	Ensaio de tensão suportável a frequência industrial sob chuva.....	44
9.3.23	Ensaio mecânicos de carga de flexão máxima.....	44
9.3.23.1	Ensaio de tipo e especial.....	44
9.3.23.2	Ensaio de recebimento .....	45
9.3.24	Ensaio de verificação de revestimento de zinco .....	45
9.3.24.1	Ensaio de aderência da camada.....	45
9.3.24.2	Ensaio de espessura da camada .....	45
9.3.24.3	Ensaio de uniformidade da camada.....	46
9.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS .....	46
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	47
10.1	ENSAIO DE PROJETO E DE TIPO.....	47
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	47
10.2.1	Ensaio de inspeção visual.....	47
10.2.2	Demais ensaios .....	48
10.3	ENSAIOS ESPECIAIS .....	48
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO .....	48
11.1	ENSAIOS DE TIPO .....	48
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	48
12	NOTAS COMPLEMENTARES .....	49
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	49
14	VIGÊNCIA .....	49
15	TABELAS.....	51
	TABELA 1 - Características eletromecânicas dos isoladores composto tipo pilar....	51
	TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de recebimento .....	52
	TABELA 3 - Relação de ensaios.....	53
16	DESENHOS.....	55
	DESENHO 1 - Características dimensionais dos isoladores composto.....	55
	DESENHO 2 - Tipo de cabeça de isoladores .....	56
17	ANEXOS.....	57
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas.....	57
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	59

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Isolador Compostos Tipo Pilar (IPC), com dielétrico em polímero, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam se às montagens das estruturas para linhas e redes aéreas de distribuição, em classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica a:

- Isoladores-pilar de composto polimérico superior a 72,5 kV;
- Isoladores-pilar de porcelana.

## 3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete a áreas de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, combate a perdas, manutenção, linha viva e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

## 4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 15232, Isolador composto tipo pilar para linhas aéreas de corrente alternada, com tensões acima de 1.000 V - Definições, métodos de ensaio e critério de aceitação
- ABNT NBR 17063, Isoladores compostos tipo pilar para tensões acima de 1 000 V - Dimensões e características de isoladores sem estaiamento



- ANSI/NEMA C29.18, Composite insulators - Distribution line post type
- IEC 61952-1, Insulators for overhead lines - Composite line post insulators for AC systems with a nominal voltage greater than 1 000 V - Part 1: definitions, end fittings and designations

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os isoladores devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.


#### 4.1 Legislação e regulamentos federais


- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica

- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22 de maio de 2001
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham "benzeno" em sua composição
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

## 4.2 Normas técnicas brasileira


- ABNT IEC TR 62039, Guia de seleção de materiais poliméricos para uso externo sob alta tensão

- 
- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
  - ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
  - ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
  - ABNT NBR 5472, Isoladores para eletrotécnica - Terminologia
  - ABNT NBR 6323, Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
  - ABNT NBR 6916, Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal - Especificação
  - ABNT NBR 7398, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
  - ABNT NBR 7399, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
  - ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
  - ABNT NBR 10296, Material isolante elétrico - Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e à erosão sob severas condições ambientais - Método de ensaio
  - ABNT NBR 10621, Isoladores utilizados em sistemas de alta-tensão em corrente alternada - Ensaio de poluição artificial
  - ABNT NBR 12459, Isolador tipo pilar de porcelana - Dimensões e características
  - ABNT NBR 13977, Cabos ópticos - Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) - Método de ensaio

- 
- ABNT NBR 15123, Isoladores para linhas aéreas com tensões nominais acima de 1 000 V - Cadeias e arranjos de isoladores para sistemas de corrente alternada
  - ABNT NBR 15643, Isoladores poliméricos para uso interno e externo com tensão nominal superior a 1 000 V - Terminologia e ensaios de projeto
  - ABNT NBR 16323, Diretrizes para produção, ensaio e diagnóstico de isoladores compostos com respeito à fratura frágil do material do núcleo
  - ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
  - ABNT NBR NM 87, Aço carbono e ligados para construção mecânica - Designação e composição química

### 4.3 Normas técnicas internacionais

- ANSI/NEMA C29.11, American National Standard for Composite insulators - Test methods
- ASTM A153/A153M, Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware
- ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
- ASTM B6, Standard specification for zinc
- ASTM B117, standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
- ASTM B571, Standard practice for qualitative adhesion testing of metallic coatings
- ASTM D149, Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulating materials at commercial power frequencies

- 
- ASTM D412, Standard test methods for vulcanized rubber and thermoplastic elastomers - Tension
  - ASTM D2565, Standard practice for xenon-arc exposure of plastics intended for outdoor applications
  - ASTM D3182, Standard practice for rubber-materials, equipment, and procedures for mixing standard compounds and preparing standard vulcanized sheets
  - ASTM D3418, Standard test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry
  - ASTM D6370, Standard test method for rubber-compositional analysis by thermogravimetry (TGA)
  - ASTM E204, Standard practices for identification of material by infrared absorption spectroscopy, using the ASTM coded band and chemical classification index
  - ASTM E376, Standard practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy current (electromagnetic) testing methods
  - ASTM G155, Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials
  - IEC 60695-11-10, Fire hazard testing - Part 11-10: Test flames - 50 W horizontal and vertical flame test methods
  - IEC 60720, Characteristics of line post insulators
  - IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
  - IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature



- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- IEEE 957, IEEE Guide for Cleaning Insulators
- ISO 752, Zinc ingots
- 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:

- I. Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- IV. As siglas acima referem-se a:
  - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
  - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
  - IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Organization for Standardization
- NEMA - National Eletrical Manufacturers Association


## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460, ABNT NBR 5472 e ABNT NBR 15232, complementadas pelos seguintes termos:

### 5.1 Isolador

Dispositivo destinado a isolar eletricamente e a fixar e/ou fornecer suporte para um condutor ou para um equipamento elétrico que estão submetidos a potenciais elétricos diferente.

#### 5.1.1 Isolador tipo pilar



Isolador rígido classe A formado por uma ou mais peças de material isolante permanentemente montada com uma base metálica, destinado a ser fixado em estrutura suporte através da base metálica, por meio de um ou mais parafuso.

## 5.2 Cabeça

Parte do isolador destinado a fixação do condutor

## 5.3 Carga de flexão nominal (CFN)

Carga de flexão especificada pelo fabricante que deve ser suportada pela extremidade do isolador que deve ser conectada à linha, quando o isolador é ensaiado sob as condições predeterminadas.

## 5.4 Carga de ruptura ( $C_r$ )

Carga máxima que é atingida quando o isolador é ensaiado sob as condições predeterminadas por norma.

## 5.5 Descarga disruptiva

Descarga disruptiva externa ao isolador, conectando as partes que normalmente possuem a tensão de operação entre elas.


## 5.6 Distância de escoamento

Menor distância ou a soma das menores distâncias ao longo do contorno da superfície externa do corpo isolante do isolador, entre as partes condutoras, que normalmente são submetidas à tensão de operação do sistema.

## 5.7 Pescoço

Reentrância periférica tangente a cabeça de um isolador, que se destina a acomodação do condutor.

## 5.8 Saia



Parte isolante, que se projeta do corpo do isolador, destinada a aumentar a distância de escoamento, podendo ser com ou sem nervuras.

## 5.9 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 nas interfaces entre diferentes materiais isolantes.

## 5.10 Ensaios de recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Estes ensaios devem ser executados sobre uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que foi submetido aos ensaios de rotina.

## 5.11 Ensaios de tipo

O objetivo dos ensaios de tipo é verificar as principais características de um material que dependem de seu projeto.

Os ensaios de tipo devem ser executados somente uma vez para cada projeto e repetidos quando o material, o projeto ou o processo de fabricação do material for alterado ou quando solicitado pelo comprador.

## 5.12 Ensaios especiais

O objetivo dos ensaios especiais é avaliar materiais com suspeita de defeitos, devendo ser executados quando da abertura de não-conformidade, sendo executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

## 6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial, via Web Supply, é uma obrigatoriedade a todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é de obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é conforme os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidos conforme pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores no link abaixo:

<https://grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/fornecedores.aspx>

## 7 CONDIÇÕES GERAIS

### 7.1 Condições do serviço

Os isoladores tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.000 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura:
  - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
  - Média, em um período de 24 horas: 40 °C;
  - Mínima do ar ambiente: - 40 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m<sup>2</sup>), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %;
- e) Nível de radiação solar: 1,0 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros;



- g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 (IEC TS 60815-1);
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos isoladores ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

## 7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser usado como referência 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, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., a serem enviados pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem ser escritos em português.

### NOTA:

- V. Os relatórios de ensaios técnicos, excepcionalmente, poderão ser aceitos em inglês ou espanhol.

## 7.3 Acondicionamento

Os isoladores devem ser acondicionados em container apropriado (caixa para transporte), com no máximo 6 (seis) unidades, com massa bruta não superior a 25 (vinte e cinco) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, 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;
- b) Deverão ser previstos espaçadores internos à embalagem e quando necessário, entre as camadas de isoladores para evitar amassamento das aletas. O material em contato com os isoladores não deverá:

- Aderir a ele;
  - Causar contaminação;
  - Provocar corrosão quando armazenado;
  - Reter umidade.
- c) E demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do link:

<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

#### NOTAS:

- VI. Em caso de uso de madeira, a mesma deverá ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA;
- VII. A embalagem não deverá possuir espaçamento que permita a entrada de roedores.

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

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série da embalagem;
- f) Identificação completa do conteúdo (tipo/modelo, quantidade, código Energisa, classe de tensão (kV) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);

- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 15232/ABNT NBR 17063/IEC 61952-1;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

#### NOTAS:


- VIII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- IX. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.

## 7.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos isoladores, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte dos isoladores, até a entrega no local indicado pela Energisa. Ocorrendo transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam incidir sobre a Energisa, decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, quando derivadas de condutas praticadas por ele ou por seus subfornecedores.



A Energisa poderá verificar, junto aos órgãos oficiais de controle ambiental, a validade das licenças de operação das unidades industriais e de transporte dos fornecedores e dos subfornecedores.

O fornecedor deverá apresentar as informações do tipo de material utilizada nas embalagens e seu respectivo tratamento preservativo empregado e os efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte).

Não podem ser usados na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa:

- a) Amianto ou asbesto;
- b) Bifenilas Policloradas (PCB);
- c) Poluentes orgânicos persistentes (POPS), conforme Decreto Legislativo N.º 204, de 2004;
- d) Benzeno, conforme Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004.

As substâncias consideradas perigosas não poderão ser utilizadas em concentração acima da recomendada, conforme diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restriction of Certain Hazardous Substances) e WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment)

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas, devem se enquadrar aos padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

## 7.5 Expectativa de vida útil

Os isoladores devem ter expectativa de vida útil mínima, de 37 (trinta e sete) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecidas, baseada nos seguintes termos e condições:

- Não se admitem falhas, no decorrer dos primeiros 30 (trinta) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;

- A partir do 31º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,7 % de falhas no fim do período de vida útil.

#### NOTAS:

- X. Entende-se por falha, a deterioração do composto polimérico do revestimento e do núcleo ou das partes metálicas;
- XI. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

## 7.6 Garantia

O período de garantia dos materiais, obedecido ainda o disposto no Ordem de Compra de Material (OCM), será de 24 (vinte e quatro) meses a contar a partir da data de entrega no almoxarifado da Energisa ou 18 (dezoito) meses a contar partir da data de entrada em operação, prevalecendo o prazo referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os materiais apresentem defeito de fabricação ou deixem de atender os requisitos exigidos, um novo período de garantia de 12 (doze) meses de operação satisfatória, a partir da solução do defeito, deve entrar em vigor, para o lote em questão.

As eventuais despesas com mão-de-obra, decorrentes da retirada e instalação dos isoladores comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destas peças entre almoxarifado Energisa e fabricante, correrão por conta do último.

## 7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos isoladores, em obras particulares, para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados/homologados pela Energisa;



- b) Deverão ser novos, com período máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, isoladores usados e/ou recuperadas;
- c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is), bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta Especificação Técnica.

#### NOTAS:

- XII. A critério da Energisa, os isoladores poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;
- XIII. A relação dos fabricantes homologados de grampos de ancoragem pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

<https://grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/fornecedores.aspx>


## 7.8 Manual de instruções

Os isoladores devem estar acompanhados, quando for o caso, de manuais de operação, escritos em português, que forneçam todas as informações necessárias ao seu manuseio.

Os manuais deverão conter, no mínimo, as seguintes informações:

- a) Instruções completas cobrindo: descrição, funcionamento, manuseio, instalação, ajustes, operação, incluindo os modelos aos quais ele se aplica;
- b) Relação completa de todos os componentes e acessórios, incluindo nome, descrição, número de catálogo, quantidade usada, identificação do desenho;
- c) Procedimentos específicos relativos ao descarte dos equipamentos propostos, quer ao final da sua vida útil, quer em caso de inutilização por avaria.

## 7.9 Avaliação técnica do material



O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) Apresentar o quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1;
- b) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.
- c) Apresentar desenhos técnicos detalhados;

O fornecedor deve apresentar uma cópia, em português, com medidas no sistema métrico decimal, dos desenhos a seguir relacionados:

- a) Desenho da marcação a ser estampada no isolador durante a fabricação, contendo, no mínimo:
  - Nome ou marca registrada do fabricante, ano de fabricação;
  - Carga de ruptura mecânica e tensão de operação;
  - Indicação de todas as dimensões, inclusive as tolerâncias de fabricação, os contornos, as vistas e os cortes de todos os seus componentes, em escala adequada,
- b) Detalhes das partes isolantes, das partes metálicas e dos acessórios, com referência às normas aplicáveis e indicação dos materiais utilizados;
- c) Instruções relativas ao manuseio, transporte, armazenamento e cuidados na instalação dos isoladores.

**NOTA:**

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

## 8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

O projeto dos isoladores compostos deve prever uma análise do risco representado pelos fatores que influenciam na formação de uma fratura frágil em isoladores compostos que na maior parte dos casos operam carregados no modo de tração (isoladores de suspensão e de ancoragem), bem como fornece diretrizes para reduzir o risco de fratura frágil quando em serviço, conforme ABNT NBR 16323.

Os isoladores são divididos conforme Figura 1.



*Figura 1 - Isoladores-pilares composto polimérico*

### 8.1 Materiais

#### 8.1.1 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.

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

**NOTA:**

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

### 8.1.2 Revestimento no núcleo

O revestimento do núcleo deve ser confeccionado em elastômeros à base de silicone, conforme ABNT IEC TR 62039 (IEC TR 62039) e deve atender aos seguintes requisitos:

- a) Ser homogêneo e hidrofóbico;
- b) Ficar perfeitamente aderente ao núcleo e às ferragens integrantes;
- c) Ser projetado de forma a evitar a formação de descargas localizadas e a impedir a possibilidade de penetração de umidade, pelas interfaces;
- d) Ser resistente ao trilhamento e erosão, ao efeito corona e ao ozônio, à degradação física e química pela ação da água, ao rasgo, a ataques químicos, ao intemperismo e raios ultravioleta, à flamabilidade e ao arco elétrico.
- e) Suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957;

O revestimento deve possuir uma espessura mínima de 3,0 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.

**NOTA:**

- XVI. Não serão aceitos, sob hipótese alguma, revestimento confeccionados em etileno propileno dieno monômero (EPDM), etileno vinil acetato (EVA) etc.

### 8.1.3 Ferragens integrantes

As ferragens integrantes são divididas em 2 (duas) partes, a base flange e o terminal de linha. Ambos devem ser confeccionados em:

- Aço-carbono, conforme ABNT NBR NM 87; ou
- Ferro fundido deve atender à ABNT NBR 6916, para classe FE 42012.

Os produtos forjados devem sofrer tratamento térmico de normalização. Não é recomendável a realização de outros tratamentos como a têmpera.

As ferragens integrantes devem ser revestidas de zinco por imersão a quente conforme ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M.

O zinco deve ser do tipo comum, cuja composição química compatível com ISO 752 ou ASTM B6.

#### NOTAS:

- XVII. A utilização de materiais diferentes dos especificados somente será possível após aprovação pela Energisa;
- XVIII. Não admitindo em hipótese alguma, galvanização eletrolítica. Entretanto, a utilização de processos de proteção anticorrosivos alternativos à zincagem por imersão a quente mediante aprovação prévia da Energisa.


Os materiais devem suportar, sem deformações permanentes, oscilações do condutor e esforços resultantes de curto-circuito. Sob a ação de cargas dinâmicas, devido às oscilações dos cabos, as ferragens devem suportar a abrasão resultante, sem que ocorra o desacoplamento do conjunto.

## 8.2 Características dimensionais

Os isoladores devem possuir formato e dimensões, conforme Desenho 1 e Tabela 1.

A base flange metálica deverá ser do tipo C ou F, com furo central roscado, conforme ABNT NBR 17063.

Os terminais de linha deveram ser do tipo C, conforme ABNT NBR 17063.



As dimensões são dadas em milímetros (mm) e indicadas nos respectivos desenhos. Nos casos omissos a Energisa deverá ser consultada.

## 8.3 Acabamento

### 8.3.1 Revestimento no núcleo

A superfície externa dos isoladores deve ser homogênea, completamente lisa, isenta de rebarbas, rachaduras, impurezas, porosidades, bolhas e incrustações que possam vir a comprometer o desempenho do material.

### 8.3.2 Ferragens integrantes

As ferragens integrantes dos isoladores devem ter superfície contínua e uniforme, sem saliências pontiagudas e arestas cortantes ou outras imperfeições. Ser isenta de sinais de ferrugem, óleo, graxa ou quaisquer outros depósitos superficiais.

O sistema de fixação das ferragens deve garantir a integridade do corpo isolante, de forma a evitar trincas, fissuras ou esmagamento e não devem se soltar quando o isolador for submetido a arcos de potência.

## 8.4 Identificação

No corpo de cada isolador deve ser marcado de modo legível, visível e indelével no mínimo:

- a) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) Número do lote;
- c) Tensão máxima de operação, em quilovolt (kV);
- d) Carga de flexão nominal (CFN), em quilonewton (kN);
- e) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA).

### NOTAS:



XIX. As marcações sobre o corpo isolante não devem produzir saliências ou rebarbas que prejudiquem o desempenho dos isoladores em serviço.

XX. Não são aceitas informações gravadas em etiquetas adesivas.

## 8.5 Características mecânicas

Os isoladores devem possuir projetos e construído para suportar uma carga de flexão nominal (CFN), no mínimo, de 8,0 kN (oito quilonewton).

O tipo da rosca da base de fixação deve suportar o torque de aperto de:

- 7,6 daN.m, sem sofrer deformação permanente, quando da instalação;
- 9,1 daN.m, quando dos ensaios.

## 8.6 Características elétricas

### 8.6.1 Tensões nominais

Os isoladores serão utilizados em sistemas de distribuição, cujas tensões máximas de operação estão indicadas na Tabela 1.

### 8.6.2 Níveis de isolamento


Os valores de tensões suportáveis que caracterizam os níveis de isolamento dos isoladores estão apresentados na Tabela 1.


### 8.6.3 Distância de escoamento

As distancias de escoamento mínimo dos isoladores deverão atender as distancias estabelecidas na Tabela 1.

## 9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 9.1 Generalidades

- 
- a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:
- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
  - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de 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 os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas 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.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
- e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com



validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas e indicar claramente as datas nas quais os mesmos foram executados. A decisão final, quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes, será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e 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.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
  - Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;


- Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinada por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa.

Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.

- l) 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 Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.

- 
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
  - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
  - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
  - O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

**NOTA:**

**XXI. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa para tratar com os representantes da Energisa, no local de inspeção, em qualquer época.**

## 9.2 Relação de ensaios

Os ensaios são classificados em:

- Ensaio de projeto (P);
- Ensaio de tipo (T);
- Ensaio de recebimento (RE);
- Ensaio especiais (E).

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

### 9.2.1 Ensaios de projeto (P)

Os ensaios de projeto (P) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de termogravimétrica (TGA), conforme item 9.3.6.
- e) Ensaio de ensaios mecânicos e elétricos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV), conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de ensaio de trilhamento e erosão, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de termomecânico, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de trilhamento e erosão, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaio de penetração de água, conforme item 9.3.11;
- j) Ensaio de dureza, conforme item 9.3.12;
- k) Ensaio de envelhecimento acelerado, conforme item 9.3.13;
- l) Ensaio de trilhamento e erosão, conforme item 9.3.14;
- m) Ensaio de flamabilidade, conforme item 9.3.15.
- n) Ensaio de líquido penetrante, conforme item 9.3.16;
- o) Ensaio de difusão de água, conforme item 9.3.17;



- p) Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos, conforme item 9.3.18.
- q) Ensaio para verificação da carga de flexão máxima de projeto (CFMP), conforme item 9.3.19;
- r) Ensaio de carga de tração, conforme item 9.3.20.

### 9.2.2 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, a seco, conforme item 9.3.21;
- b) Ensaio de tensão suportável a frequência industrial sob chuva, conforme item 9.3.22;
- c) Ensaio mecânicos de carga de flexão máxima, conforme item 9.3.23.


### 9.2.3 Ensaios de recebimento (RE)

São ensaios de recebimento (RE) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Inspeção visual, conforme item 9.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de tensão suportável a frequência industrial sob chuva, conforme item 9.3.22;
- d) Ensaio mecânicos de carga de flexão máxima, conforme item 9.3.23;
- e) Ensaio de verificação de revestimento de zinco, conforme item 9.3.24.

### 9.2.4 Ensaios especiais (E)

São ensaios especiais (E) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- 
- a) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, a seco, conforme item 9.3.21;
  - b) Ensaio de tensão suportável a frequência industrial sob chuva, conforme item 9.3.22;
  - c) Ensaio mecânicos de carga de flexão máxima, conforme item 9.3.23;
  - d) Ensaio de zincagem, conforme item 9.3.24.

## 9.3 Descrição dos ensaios

### 9.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando:

- a) Acabamento, conforme item 8.3;
- b) Acondicionamento, conforme item 7.3;
- c) Identificação, conforme item 8.4.

Constitui falha se amostra apresentar não-conformidade de qualquer um desses requisitos.


#### NOTA:

XXII. Defeitos superficiais de área inferior a 25 mm<sup>2</sup> e profundidade ou altura menores que 1,0 mm na superfície do isolador são imperfeições aceitáveis.

### 9.3.2 Verificação dimensionais

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos:

- a) Isoladores: conforme Desenhos 1 e 2 e Tabela 1 ou conforme os desenhos do fornecedor previamente aprovado pela Energisa;
- b) Ferragens integrantes.



Constitui falha se a amostra apresentar não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

### 9.3.3 Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM E204.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de não atendimentos dos requisitos da ASTM E204.

### 9.3.4 Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 13977 e ASTM D3418.

Constitui falha se amostra apresentar não atendimentos dos requisitos da ASTM D3418.

### 9.3.5 Ensaio de rigidez dielétrica

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D149.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos de rigidez dielétrica inferiores à 10 kV/mm.

### 9.3.6 Ensaio de termogravimétrica (TGA)

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D6370.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de valores medidos com diferenças superiores à  $\pm 5,0\%$  em cada etapa de degradação obtida no ensaio.

### 9.3.7 Ensaios mecânicos e elétricos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV)

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM G155, com duração de 2.000 horas e devem estar em conformidade com ASTM D3182 e ASTM D412 (tipo DIE A).

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de aumento superior de 7 (sete) pontos no valor da dureza.

### 9.3.8 Ensaio de resistência ao trilhamento e erosão no composto polimérico


Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 10296, método 1.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos de resistência a trilhamento inferiores a 3,50 kV.

### 9.3.9 Ensaio termomecânico

Este ensaio deve ser somente aplicado nas interfaces e conexões das ferragens integrantes.



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15643 e estar em conformidade com ABNT NBR 15232.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de algum dano ou desprendimento dos terminais integrantes.

### 9.3.10 Ensaio de trilhamento e erosão nas interfaces e conexões das ferragens integrantes

Este ensaio deve ser somente aplicado nas interfaces e conexões das ferragens integrantes.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15232 e estar em conformidade com ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de disrupção ou perfuração em qualquer unidade.

#### NOTA:

XXIII. Alternativamente, os ensaios podem ser executados conforme procedimentos da ABNT NBR 17063.

### 9.3.11 Ensaio de penetração de água nas interfaces e conexões das ferragens integrantes

Este ensaio deve ser somente aplicado nas interfaces e conexões das ferragens integrantes.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de penetração de água na área do núcleo.

#### NOTA:

XXIV. Alternativamente, os ensaios podem ser executados conforme procedimentos da ABNT NBR 17063.

### 9.3.12 Ensaio de dureza

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de valores medidos com variação superior à  $\pm 20\%$  em relação ao valor da dureza determinado para as amostras antes da fervura.

### 9.3.13 Ensaio de envelhecimento acelerado

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ISO 4892-1 e ISO 4892-2 e estar em conformidade com a ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de:

- a) Marcações no material da saia ou do revestimento estiverem ilegíveis, ou;
- b) Degradações da superfície, como rachaduras e áreas com protuberâncias.

**NOTA:**

XXV. Alternativamente, os ensaios podem ser executados conforme procedimentos da ASTM D2565 ou ASTM G155, pelo método com lâmpada de arco de xenônio.

### 9.3.14 Ensaio de trilhamento e erosão

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trilhamento;
- b) Erosão com profundidade superior a 3,0 mm e/ou atingir o núcleo;
- c) Perfuração nas saias, no revestimento ou na interface.

### 9.3.15 Ensaio de flamabilidade

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto polimérico da saia e do revestimento.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da IEC 60695-11-10 e estar em conformidade com ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos que enquadram na Categoria FV), conforme IEC 60695-11-10.

### 9.3.16 Ensaio de líquido penetrante

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto do núcleo.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos de tempo de penetração do líquido no corpo de prova for inferior a 15 (quinze) minutos.

**NOTA:**

XXVI. Alternativamente, os ensaios podem ser executados conforme procedimentos da ANSI/NEMA C29.11.

### 9.3.17 Ensaio de difusão de água

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto do núcleo.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de:

- a) Perfuração e/ou descarga superficial;
- b) Corrente durante todo o ensaio deve ser inferior ou igual a 1,0 mA (eficaz).

**NOTA:**

**XXVII. Alternativamente, os ensaios podem ser executados conforme procedimentos da ANSI/NEMA C29.11.**

### 9.3.18 Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto do núcleo.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT IEC TR 62039.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de quaisquer danos com tração inferior à 340 MPa por 96 horas.

### 9.3.19 Ensaio para verificação da carga de flexão máxima de projeto (CFMP)

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto do núcleo.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15232.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de trincas ou deformações permanentes nos terminais integrantes da base, roscas inutilizáveis, rachaduras e/ou delaminação no núcleo de qualquer amostra.

### 9.3.20 Ensaio de carga de tração

Este ensaio deve ser somente aplicado no composto do núcleo.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15232.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de:

- a) Arrancamento do núcleo da ferragem integrante;
- b) Ruptura da ferragem integrante.

### 9.3.21 Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, a seco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 e estar em conformidade com ABNT NBR 15232 e ABNT NBR 15123.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de qualquer interrupção ou perfuração em qualquer unidade. Porém, marcas leves nas superfícies das partes isolantes ou outro material usado para a montagem devem ser toleradas.

**NOTA:**

XXVIII. Alternativamente, os ensaios podem ser executados conforme procedimentos da ANSI/NEMA C29.11.

### 9.3.22 Ensaio de tensão suportável a frequência industrial sob chuva

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 e estar em conformidade com ABNT NBR 15232 e ABNT NBR 15123.

Constitui falha se amostra apresentar ocorrência de qualquer interrupção ou perfuração em qualquer unidade.

**NOTA:**

XXIX. Alternativamente, os ensaios podem ser executados conforme procedimentos da ANSI/NEMA C29.11.

### 9.3.23 Ensaios mecânicos de carga de flexão máxima

#### 9.3.23.1 Ensaio de tipo e especial

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15232.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos forem inferiores aos determinados na Tabela 1.

### 9.3.23.2 Ensaio de recebimento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15232.

Constitui falha se amostra apresentar valores de carga de flexão nominal (CFN) for mantida pelo tempo necessário.

### 9.3.24 Ensaio de verificação de revestimento de zinco

#### 9.3.24.1 Ensaio de aderência da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7398 ou a ASTM B571.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de aderência da camada inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6323.

#### NOTA:

XXX. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

#### 9.3.24.2 Ensaio de espessura da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7399 ou a ASTM E376.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de espessura da camada inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6323.

#### NOTA:

XXXI. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

### 9.3.24.3 Ensaio de uniformidade da camada

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7400 ou a ASTM A239.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de uniformidade da camada inferiores aos estabelecidos na ABNT NBR 6323.

#### NOTA:

XXXII. Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos subfornecedores dos materiais base, com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

## 9.4 Relatórios dos ensaios

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;

- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- n) Condições ambientes do local dos ensaios;
- o) Data de início e de término de cada ensaio;
- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

Os materiais somente serão liberados pelo inspetor após ser entregue a ele uma via dos relatórios de ensaios.

## 10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

### 10.1 Ensaio de projeto e de tipo

O plano de amostragem para os ensaios de tipo deve seguir as orientações da ABNT NBR 15643 e demais normas indicadas.

Quando não indicada, deverá ser executado em 3 (três) amostras.

### 10.2 Ensaios de recebimento

#### 10.2.1 Ensaios de inspeção visual

O plano de amostragem para ensaio de inspeção visual deverá ser em 100 % das amostras do lote.



### 10.2.2 Demais ensaios

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 2 para o produto acabado.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 1.200 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 150 e 500 unidades.

As amostras que tenham sido submetidos a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características elétricas e/ou mecânicas não devem ser utilizados em serviço.

### 10.3 Ensaios especiais

O plano de amostragem para os ensaios especiais deve ser formado por 2 (duas) unidades, coletadas aleatoriamente nas unidades da Energisa.

Se a amostra falhar em qualquer um dos ensaios especiais, deverá ser aberta de não-conformidade.

## 11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

### 11.1 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo serão aceitos se todos os resultados forem satisfatórios.

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, o material não será aceito.

### 11.2 Ensaios de recebimento

Os critérios para a aceitação ou a rejeição nos ensaios complementares de recebimento são:

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;

- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras conforme Tabela 2;
- c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

## 12 NOTAS COMPLEMENTARES

A presente Especificação Técnica não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, mesmo a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde surgirem divergências entre esta Especificação Técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas.

Em caso de divergência, esta Especificação Técnica prevalecerá sobre as outras de mesma finalidade editadas anteriormente.

Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta Especificação Técnica serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.


As sugestões deverão ser enviadas à Energisa pelo e-mail:

[normas.tecnicas@energisa.com.br](mailto:normas.tecnicas@energisa.com.br)

## 13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/12/2022	0.0	• 1ª Edição.

## 14 VIGÊNCIA



Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/04/2023 e revoga as documentações anteriores.

## 15 TABELAS

TABELA 1 - Características eletromecânicas dos isoladores composto tipo pilar



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Classe de Tensão de Operação	Formato ABNT	Altura máxima do isolador (A)	Diâmetro nominal da saia (B)	Distância de escoamento mínima	Diâmetro máximo da base de fixação	Carga mínima de ruptura à flexão	Tensão suportável nominal	
	(kV)							impulso atmosférico a seco (NBI)	em frequência industrial, sob chuva
			(mm)			(kN)	(kV <sub>cr</sub> )	(kV <sub>ef</sub> )	
92225	15,0	PC8CC110	250	160	300	90	8,0	110	34
92226	24,2	PC8CC145	350		530			145	50
92227	36,2	PC8CC170	400		720			170	70
92228	46,0	PC8CC200	500		920			200	90

TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de recebimento

Tamanho do lote	• Verificação dimensional.				• Ensaio de tensão suportável a frequência industrial sob chuva; • Ensaio mecânicos de carga de flexão máxima; • Ensaio de zincagem.			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção I NQA 2,5%				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S4 NQA 1,0%			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Seq.		
até 90	-	5	0	1	-	5	0	1
91 a 150	-	5	0	1	-	8	0	1
150 a 501	1 <sup>a</sup>	13	0	2	1 <sup>a</sup>	8	0	2
	2 <sup>a</sup>		1	2	2 <sup>a</sup>		1	2
501 a 1.200	1 <sup>a</sup>	20	0	3	1 <sup>a</sup>	13	0	2
	2 <sup>a</sup>		3	4	2 <sup>a</sup>		1	2

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
9.3.1	Inspeção visual	RE
9.3.2	Verificação dimensionais	RE
9.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)	P
9.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão	P
9.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica	P
9.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA)	P
9.3.7	Ensaio mecânicos e elétricos do composto - antes e após envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV)	P
9.3.8	Ensaio de resistência ao trilhamento e erosão no composto polimérico	P
9.3.9	Ensaio termomecânico	P
9.3.10	Ensaio de trilhamento e erosão nas interfaces e conexões das ferragens integrantes	P
9.3.11	Ensaio de penetração de água nas interfaces e conexões das ferragens integrantes	P
9.3.12	Ensaio de dureza	P
9.3.13	Ensaio de envelhecimento acelerado	P
9.3.14	Ensaio de trilhamento e erosão	P
9.3.15	Ensaio de flamabilidade	P
9.3.16	Ensaio de líquido penetrante	P
9.3.17	Ensaio de difusão de água	P
9.3.18	Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos	P
9.3.19	Ensaio para verificação da carga de flexão máxima de projeto (CFMP)	P
9.3.20	Ensaio de carga de tração	P
9.3.21	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, a seco	T / E
9.3.22	Ensaio de tensão suportável a frequência industrial sob chuva	T / RE / E
9.3.23	Ensaio mecânicos de carga de flexão máxima	T / RE / E
9.3.24	Ensaio de verificação de revestimento de zinco	T / RE / E

Legenda:

P - Ensaio de projeto;



T - Ensaio de tipo;

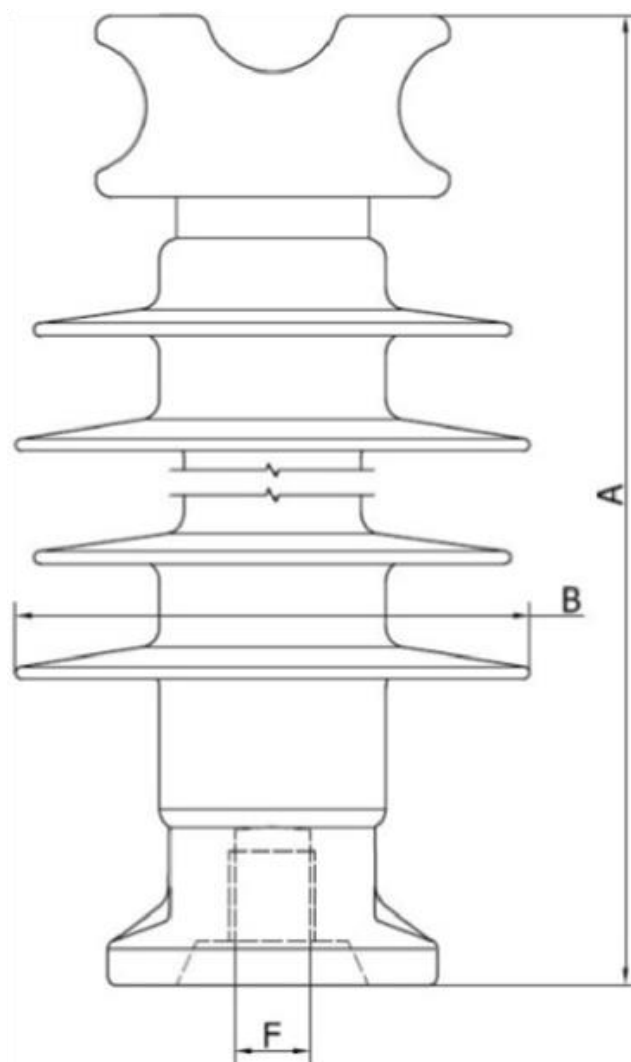
RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.



## 16 DESENHOS

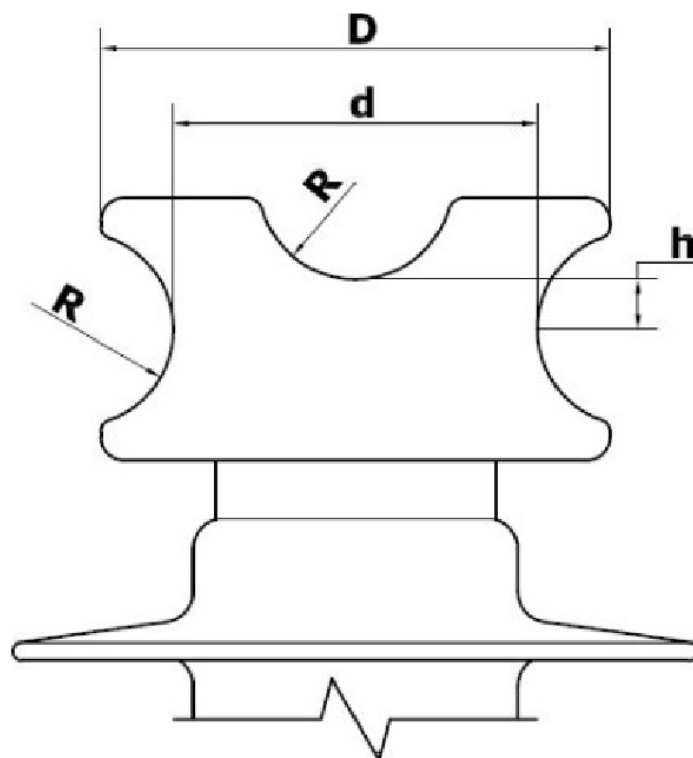
### DESENHO 1 - Características dimensionais dos isoladores composto



#### NOTA:

1. Os valores das cotas estão especificados na Tabela 1. O valor da cota “F” é “M20x2,5”.

## DESENHO 2 - Tipo de cabeça de isoladores



Tipo de cabeça	Dimensões			
	Diâmetro superior da cabeça (D)	Raio ( $R \pm 3$ )	Distância entalhe - pescoço ( $h \pm 5$ )	Diâmetro do pescoço (d)
	mm			
C	80,0 (mín.)	19	12	60

## 17 ANEXOS

### ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

#### ISOLADOR COMPOSTO TIPO PILAR POLIMÉRICO

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

Item	Descrição	Característica/ Unidade
1	Tipo/modelo do isolador:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Materiais utilizados nas seguintes partes do isolador:	
3.1	a) Núcleo:	
3.2	b) Revestimento do núcleo:	
3.3	c) Ferragens integrantes:	
3.4	d) Revestimento das ferragens integrantes (quando aplicável):	
4	Características elétricas:	
4.1	a) Tensão nominal de operação:	kV
4.2	b) Tensão suportável nominal em frequência industrial, sob chuva:	kV
4.3	c) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico:	
4.4.1	• Polaridade positiva:	kV <sub>crista</sub>
4.4.1	• Polaridade negativa:	kV <sub>crista</sub>
5	Características mecânicas:	
5.1	a) Carga mecânica nominal (CMN):	daN
5.2	b) Carga mecânica de rotina (CMR):	daN
6	Embalagem:	
6.1	a) Tipo de embalagem:	
6.2	b) Quantidade por embalagem:	

## ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas - Continuação

Item	Descrição	Característica/ Unidade
6.3	Peso bruto da embalagem:	kg
7	Peso individual do isolador	kg

### NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
- II. Se o fabricante submeter propostas alternativas, cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;
- IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas, as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.



