

*Isolador tipo pilar híbrido para  
tensões até 15,0 kV*

*ENERGISA/GTD-NRM/N.º059/2020*

# Especificação Técnica Unificada

ETU - 126.2

Versão 1.0 - Novembro / 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 tipo pilar, composto em porcelana com saias em polimérico (híbrido), para linhas e redes aéreas de distribuição de energia elétrica, em classe de tensão até 15,0 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 1.0, datada de Novembro de 2022.

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

**GTD - Gerência Técnica de Distribuição**

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





## Equipe técnica de revisão de ETU-126.2 (versão 1.0)

**Acassio Maximiano Mendonca**

Grupo Energisa

**Hitalo Sarmiento de Sousa Lemos**

Grupo Energisa

**Augustin Gonzalo Abreu Lopez**

Grupo Energisa

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Danilo Maranhão de Farias Santana**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Eduarly Freitas do Nascimento**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Juliano Ferraz de Paula**

Energisa Sergipe

**Fabio Lancelotti**

Energisa Minas Gerais / Energisa Nova Friburgo

**Marcelo Cordeiro Ferraz**

Dir. Suprimentos Logística

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso

**Paulo Roberto dos Santos**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia

**Ricardo Alexandre Xavier Gomes**

Energisa Acre

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Tocantins

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Sul-Sudeste

**Jairo Kennedy Soares Perez**

Energisa Borborema / Energisa Paraíba

# 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 INTERNACIONAL .....	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....	14
5.1	ISOLADOR.....	14
5.1.1	Isolador antipoluição.....	14
5.1.2	Isolador classe A .....	15
5.1.3	Isolador tipo pilar .....	15
5.2	FERRAGEM INTEGRANTE .....	15
5.3	PARTE COMPONENTE .....	15
5.3.1	Cabeça .....	15
5.3.2	Pescoço .....	15
5.3.3	Saia .....	15
5.4	CARGA DE FLEXÃO NOMINAL (CFN) .....	15
5.5	DESCARGA DISRUPTIVA .....	16
5.6	DISTÂNCIA DE ESCOAMENTO.....	16
5.7	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	16
5.8	ENSAIOS DE TIPO .....	16
5.9	ENSAIOS ESPECIAIS .....	16
6	CONDIÇÕES GERAIS .....	17
6.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO .....	17
6.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....	17
6.3	ACONDICIONAMENTO .....	18
6.4	MEIO AMBIENTE .....	19
6.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	20
6.6	GARANTIA .....	21
6.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA .....	21
6.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	22
6.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL .....	22
7	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	23
7.1	MATERIAIS .....	23
7.1.1	Corpo isolante.....	23

7.1.2	Saias .....	24
7.1.3	Base metálica .....	25
7.1.4	Cimento .....	25
7.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	25
7.3	ACABAMENTO .....	25
7.4	IDENTIFICAÇÃO .....	26
7.5	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS .....	26
7.6	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS .....	27
7.6.1	Tensões nominais .....	27
7.6.2	Níveis de isolamento .....	27
7.6.3	Rádio interferência .....	27
7.6.4	Distância de escoamento .....	27
8	INSPEÇÃO E ENSAIOS .....	27
8.1	GENERALIDADES .....	27
8.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS .....	31
8.2.1	Ensaio de projeto (P) .....	31
8.2.2	Ensaio de tipo (T) .....	32
8.2.3	Ensaio de recebimento (RE) .....	32
8.2.4	Ensaio especiais (E) .....	33
8.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS .....	34
8.3.1	Inspeção visual .....	34
8.3.2	Verificação dimensional .....	34
8.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) .....	34
8.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão .....	35
8.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica .....	35
8.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA) .....	35
8.3.7	Ensaio de flamabilidade .....	35
8.3.8	Ensaio de dureza nas saias .....	36
8.3.9	Ensaio de envelhecimento acelerado .....	36
8.3.10	Ensaio de resistência ao trilhamento e erosão no composto polimérico .....	37
8.3.11	Ensaio de tensão de impulso atmosférico, a seco .....	37
8.3.12	Ensaio de tensão suportável em frequência industrial, sob chuva .....	37
8.3.13	Ensaio de radiointerferência .....	37
8.3.14	Ensaio de poluição artificial .....	38
8.3.15	Ensaio de ruptura mecânica .....	38
8.3.16	Ensaio de desempenho termomecânico .....	38
8.3.17	Ensaio de resistência mecânica residual .....	38
8.3.18	Ensaio de ciclo térmico .....	38

8.3.19	Ensaio de porosidade .....	38
8.3.20	Ensaio de verificação da rosca .....	39
8.3.21	Ensaio mecânico de rotina.....	39
8.4	RELATÓRIOS DE ENSAIO .....	39
9	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	40
9.1	ENSAIOS DE TIPO .....	40
9.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	40
9.2.1	Inspeção visual.....	40
9.2.2	Demais ensaios.....	41
9.3	ENSAIOS ESPECIAIS .....	41
10	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO .....	41
10.1	ENSAIOS DE TIPO .....	41
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	41
11	NOTAS COMPLEMENTARES .....	42
12	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTES DOCUMENTOS .....	42
13	VIGÊNCIA .....	43
14	TABELAS .....	44
	TABELA 1 - Características eletromecânicas do isolador tipo pilar híbrido .....	44
	TABELA 2 - Amostragem para os ensaios de recebimento .....	45
	TABELA 3 - Relação de ensaios.....	47
15	DESENHOS .....	48
	DESENHO 1 - Dimensional do isolador tipo pilar.....	48
	DESENHO 2 - Detalhe das cabeças dos isoladores tipo pilar - Montagem vertical - Sem ferragem na cabeça .....	49
	DESENHO 3 - Detalhe das bases dos isoladores tipo pilar - base plana com furo central roscado - M20 .....	50
16	ANEXOS .....	51
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	51
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	53

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Isolador, do Tipo Pilar, com dielétrico de porcelana e saias em polímeros, 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, com classe de tensão até 15,0 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 composto tipo pilar, em geral;
- Isoladores de porcelana tipo pilar, em geral.

## 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 12459, Isolador tipo pilar de porcelana - Dimensões e características
- 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

- 
- 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, o isoladores-pilar híbrido 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
- 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
- Norma Regulamentadora N.º 35 (NR-35), Trabalho em altura

## 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 IEC/TS 60815-2, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 2: Isoladores de porcelana e de vidro para sistemas de corrente alternada
- ABNT IEC/TS 60815-3, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 3: Isoladores poliméricos para sistemas de corrente alternada

- 
- ABNT NBR 5032, Isoladores para linhas aéreas com tensões acima de 1.000 V - Isoladores de porcelana ou vidro para sistemas de corrente alternada
  - ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
  - ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
  - ABNT NBR 5472, Isoladores para eletrotécnica - Terminologia
  - ABNT NBR 5601, Aços inoxidáveis - Classificação por composição química
  - 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 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
  - 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 8158, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Especificação
  - ABNT NBR 10296, Material isolante elétrico - Avaliação da resistência ao trilhamento e erosão sob condições ambientais severas

- ABNT NBR 10511, Ensaio de resistência mecânica residual para unidades de cadeia de isolador de cerâmica ou vidro, após dano mecânico do dielétrico
- ABNT NBR 10621, Isoladores utilizados em sistemas de alta-tensão em corrente alternada - Ensaio de poluição artificial
- ABNT NBR 13977, Cabos ópticos - Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) - Método de ensaio
- ABNT NBR 14070, Alumínio e suas ligas - Métodos de análises químicas
- ABNT NBR 15121, Isolador para alta-tensão - Ensaio de medição da radiointerferência
- ABNT NBR 15124, Isolador de porcelana ou vidro para tensões acima de 1.000 V - Ensaio de perfuração sob impulso
- 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 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 internacional

- ASTM D149, Standard test method for dielectric breakdown voltage and dielectric strength of solid electrical insulating materials at commercial power frequencies
- ASTM D3418, Standard test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry
- ASTM D412, Standard Test Methods for Vulcanized Rubber and Thermoplastic Elastomers - Tension

- 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 G155, Standard practice for operating xenon arc lamp apparatus for exposure of materials
- IEC 60695-11-10, Fire hazard testing - Part 11-10: Test flames - 50 W horizontal and vertical flame test methods
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
- ISO 868, Plastics and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)
- 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:

- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Organization for Standardization

## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, 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 antipoluição



Isolador cujo perfil da superfície externa é projetado para utilização em áreas poluídas.

### 5.1.2 Isolador classe A

Isolador cuja menor distância de perfuração é igual ou maior que a metade da distância de descarga a seco.

### 5.1.3 Isolador tipo pilar

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

## 5.2 Ferragem integrante

Componente que integra ou é parte de um isolador, destinado a conectá-lo a uma estrutura suporte, ao condutor, a um tipo de equipamento ou a outro isolador.

## 5.3 Parte componente

### 5.3.1 Cabeça

Parte do isolador pilar destinada a fixação do condutor.

### 5.3.2 Pescoço

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

### 5.3.3 Saia

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

## 5.4 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.

### 5.5 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 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.

### 5.8 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.

### 5.9 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 CONDIÇÕES GERAIS

### 6.1 Condições do serviço

O isoladores-pilar híbrido tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura:
  - Máxima do ar ambiente: 45 °C
  - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
  - Mínima do ar ambiente: - 5 °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;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros;
- g) O nível de poluição, classe nível 2 (médio), conforme ABNT IEC/TS 60815-1;
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos isoladores ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

### 6.2 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.

### 6.3 Acondicionamento

Os isoladores-pilar devem ser acondicionados em container apropriado (caixa para transporte), com no máximo 6 (seis) unidades, com massa bruta não superior a 35 kg (trinta 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:
  - Reter umidade;
  - Aderir a ele;
  - Causar contaminação;
  - Provocar corrosão quando armazenado.

## NOTA:

- VI. 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) Identificação completa do conteúdo (tipo/modelo, quantidade, código Energisa, classe de tensão (kV) etc.);
- f) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- g) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- h) ABNT NBR 12459 / IEC 61952-1;
- i) Número e quaisquer outras informações especificadas no Ordem de Compra de Material (OCM).

## NOTAS:

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

## 6.4 Meio ambiente



O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento do isoladores-pilar híbrido, 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 do isoladores-pilar híbrido, 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.

## 6.5 Expectativa de vida útil

Os isoladores-pilar híbrido 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.

**NOTA:**

- IX. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

## 6.6 Garantia

O período de garantia deve ser de 18 (dezoito) meses de operação satisfatória, a contar da data de entrada em operação ou 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de entrega, prevalecendo o prazo que primeiro ocorrer.

Caso os isoladores-pilar apresentem defeito ou deixem de atender os requisitos exigidos pela Energisa, 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 de isoladores-pilar comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destas peças entre almoxarifado Energisa e fabricante, correrão por conta do último.

## 6.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente será aceito isoladores-pilar híbrido, 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.

**NOTA:**

- 
- X. A critério da Energisa, os isoladores-pilar 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.

## 6.8 Manual de instruções

Os isoladores-pilar híbrido 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.

## 6.9 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 desenho técnicos detalhado;

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:**

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

## 7 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os isoladores-pilar híbrido devem ser constituídos por:

- a) Base plana com furo central (M20x2,5)
- b) Corpo e cabeça tipo cabeça “C”;
- c) Saias em material polimérico.

### 7.1 Materiais

#### 7.1.1 Corpo isolante



Os isoladores devem ser de porcelana aluminosa, não porosa, impermeável, produzida pelo processo plástico ou líquido, quimicamente inerte e ponto de fusão elevado, conforme ABNT NBR 5032.

Toda a superfície exposta da porcelana deverá ser recoberta com camada de esmalte liso vitrificado.

**NOTA:**

**XII. Não serão aceitos isoladores provenientes de materiais poliméricos e/ou em vidro.**

As roscas da base devem ser sem vidro, de material de constante dielétrica idêntica ao material do isolador permitindo perfeita adaptação à cabeça do pino.

### 7.1.2 Saias

As saias do isolador devem ser confeccionadas em elastômeros à base de silicone, conforme ABNT 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;

As aletas devem ter o perfil plano e não possuir nervuras internas para aumentar a distância de escoamento do isolador.

**NOTA:**

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

### 7.1.3 Base metálica

A base metálica deve ser confeccionada em:

- Aço inoxidável AISI 304, conforme ABNT NBR 5601;
- Liga de alumínio, conforme ABNT NBR 14070.

NOTA:

XIV. Não será aceito base metálica confeccionados em aço-carbono ou ferro fundido.

### 7.1.4 Cimento

O cimento empregado para unir as partes de porcelana deverá ser o da melhor qualidade, uniforme, com coeficiente mínimo de expansão linear, e ter alta resistência mecânica.

## 7.2 Características dimensionais

Os isoladores-pilar híbrido devem possuir formato, dimensões e distancias de escoamento, conforme Tabela 1 e Desenho 1.

Os isoladores-pilar híbrido devem ser constituídos por corpo único (monobloco), com saias em material polimérico, base plana com furo central (M20x2,5) e cabeça tipo cabeça “C”.

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

## 7.3 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.

A superfície das ferragens integrantes deve ser lisa e uniforme, livres de asperezas, rebarbas, lascas, carepa, saliências pontiagudas e arestas cortantes. Estas últimas devem ser convenientemente arredondadas, objetivando minimizar os efeitos corona e de rádio interferência.

## 7.4 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) Lote e mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- c) Tensão máxima de operação, em quilovolt (kV);
- d) Carga de flexão nominal (CFN), em quilonewton (kN).
- e) Código do isolador (conforme descrito na ABNT NBR 12459).

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 rádio interferência ou corona.

## 7.5 Características mecânicas

Os isoladores-pilar 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.

## 7.6 Características elétricas

### 7.6.1 Tensões nominais

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

### 7.6.2 Níveis de isolamento

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

### 7.6.3 Rádio interferência

A tensão de rádio interferência, quando medida em 500 kHz ou 1.000 kHz e referida a uma impedância de 300  $\Omega$ , não deve ser superior aos valores apresentados na Tabela 1.

### 7.6.4 Distância de escoamento

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

## 8 INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 8.1 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 8.2.1, 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 8.4.

- 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:**

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

## 8.2 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.

### 8.2.1 Ensaio 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 8.3.3;

- 
- b) Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão, conforme item 8.3.4;
  - c) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 8.3.5;
  - d) Ensaio de termogravimétrica (TGA), conforme item 8.3.6;
  - e) Ensaio de flamabilidade, conforme item 8.3.7;
  - f) Ensaio de dureza, conforme item 8.3.8;
  - g) Ensaio de envelhecimento acelerado, conforme item 8.3.9;
  - h) Ensaio de trilhamento e erosão, conforme item 8.3.10.

### 8.2.2 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, conforme item 8.3.11;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva, conforme item 8.3.12;
- c) Ensaio de radiointerferência, conforme item 8.3.13;
- d) Ensaio de poluição artificial, conforme item 8.3.14;
- e) Ensaio de ruptura mecânica, conforme item 8.3.15;
- f) Ensaio de desempenho termomecânico, conforme item 8.3.16;
- g) Ensaio de resistência mecânica residual, conforme item 8.3.17.

### 8.2.3 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, conforme item 8.3.1;

- b) Verificação dimensional, conforme item 8.3.2;
- c) Ensaio de radiointerferência, conforme item 8.3.13;
- d) Ensaio de ruptura mecânica, conforme item 8.3.15;
- e) Ensaio de desempenho termomecânico, conforme item 8.3.16;
- f) Ensaio de resistência mecânica residual, conforme item 8.3.17;
- g) Ensaio de ciclo térmico, conforme item 8.3.18;
- h) Ensaio de porosidade, conforme item 8.3.19;
- i) Ensaio de verificação da rosca, conforme item 8.3.20;
- j) Ensaio mecânico de rotina, conforme item 8.3.21.

#### 8.2.4 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, conforme item 8.3.11;
- b) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, sob chuva, conforme item 8.3.12;
- c) Ensaio de radiointerferência, conforme item 8.3.13;
- d) Ensaio de poluição artificial, conforme item 8.3.14;
- e) Ensaio de ruptura mecânica, conforme item 8.3.15;
- f) Ensaio de desempenho termomecânico, conforme item 8.3.16;
- g) Ensaio de resistência mecânica residual, conforme item 8.3.17.
- h) Ensaio de ciclo térmico, conforme item 8.3.18;
- i) Ensaio de porosidade, conforme item 8.3.19;

- j) Ensaio de verificação da rosca, conforme item 8.3.20;
- k) Ensaio mecânico de rotina, conforme item 8.3.21.

## 8.3 Descrição dos ensaios

### 8.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando:

- a) Acabamento, conforme item 7.3;
- b) Acondicionamento, conforme item 6.3;
- c) Identificação, conforme item 7.4.

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

#### NOTA:

XVI. 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.

### 8.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos isoladores-pilar, conforme Desenho 1 e Tabela 1 ou conforme o desenho do fornecedor previamente aprovado pela Energisa.

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

### 8.3.3 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 não atendimentos dos requisitos da ASTM E204.

#### **8.3.4 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 valores medidos forem superiores à 15 °C negativos.

#### **8.3.5 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 inferiores à 10 kV/mm.

#### **8.3.6 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 diferenças de  $\pm 5,0$  % em cada etapa de degradação obtida no ensaio.

#### **8.3.7 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.

### 8.3.8 Ensaio de dureza nas saias

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

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ISO 868 e estar em conformidade com ABNT NBR 15643.

Constitui falha se amostra apresentar variação em mais de  $\pm 20\%$  em relação ao valor da dureza determinado para as amostras antes da fervura.

### 8.3.9 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:

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

#### NOTA:

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

### 8.3.10 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 15643.

Constitui falha se amostra apresentar:

- a) Ocorrer trilhamento;
- b) A profundidade da erosão for superior a 3,0 mm e/ou atingir o núcleo;
- c) Houver perfuração nas saias, no revestimento ou na interface.

### 8.3.11 Ensaio de tensão de impulso atmosférico, a seco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

Constitui falha se a amostra apresentar ocorrência de danos devido a esses ensaios, sendo admissível.

#### NOTA:

XVIII. A ocorrência de leves marcas na superfície das partes isolantes ou de lascas na cimentação (ou outro material usado na montagem do isolador).

### 8.3.12 Ensaio de tensão suportável em frequência industrial, sob chuva

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

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

### 8.3.13 Ensaio de radiointerferência

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15121.



Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos forem superiores aos valores definidos no item 7.7.3.

#### **8.3.14 Ensaio de poluição artificial**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 10621.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos forem superiores aos valores definidos na ABNT NBR 10621.

#### **8.3.15 Ensaio de ruptura mecânica**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos forem superiores aos valores calculados como definidos na ABNT NBR 5032.

#### **8.3.16 Ensaio de desempenho termomecânico**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos forem superiores aos valores calculados como definidos na ABNT NBR 5032.

#### **8.3.17 Ensaio de resistência mecânica residual**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 10511.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos forem inferiores aos valores definidos na ABNT NBR 10511.

#### **8.3.18 Ensaio de ciclo térmico**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

Constitui falha se a amostra apresentar trincas ou perfuração ou ruptura mecânica.

#### **8.3.19 Ensaio de porosidade**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

Constitui falha se a amostra apresentar quaisquer indícios de penetração do corante, por exame a olho nu.

**NOTA:**

**XIX. A penetração em pequenas trincas surgidas durante a preparação inicial dos fragmentos deve ser desconsiderada.**

### 8.3.20 Ensaio de verificação da rosca

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

Constitui falha se a amostra apresentar ocorrência de qualquer deformação permanente ou ruptura na rosca ou na base do isolador.

### 8.3.21 Ensaio mecânico de rotina

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5032.

Constitui falha se a amostra apresentar quebrarem ou cujas partes metálicas apresentarem rompimento ou se soltarem durante o ensaio.

## 8.4 Relatórios de ensaio

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.

## 9 PLANOS DE AMOSTRAGEM

### 9.1 Ensaios de tipo

O plano de amostragem para os ensaios de tipo deve seguir as orientações da ABNT NBR 12459.

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

### 9.2 Ensaios de recebimento

#### 9.2.1 Inspeção visual



O plano de amostragem para os ensaios de inspeção visual será 100 % do lote.

### 9.2.2 Demais ensaios

O plano de amostragem para os ensaios de recebimento de um lote está estabelecido na Tabela 3 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.

### 9.3 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.

## 10 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

### 10.1 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 isolador não será aceito.

### 10.2 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 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 1;
- c) Se 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.

## 11 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.

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)

## 12 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
05/11/2020	0.0	<ul style="list-style-type: none"><li>Está 1ª edição cancela e substitui todas as descrições técnicas e todos os desenhos cones de sinalização viária.</li></ul>



Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/11/2022	1.0	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mudança de nomenclatura para “ETU-126.2 - Isolador tipo pilar híbrido para tensões até 15,0 kV”;</li><li>• Revisão geral;</li><li>• Inclusão dos itens 6.8, 6.9, 7.7.4, 8.3.8 e 8.3.9; e Anexos 1 e 2;</li><li>• Exclusão da Tabela 2.</li></ul>

## 13 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/03/2022 e revoga as documentações anteriores.

## 14 TABELAS

TABELA 1 - Características eletromecânicas do isolador tipo pilar híbrido



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Classe de Tensão de Operação	Altura máxima do isolador (H)	Diâmetro nominal da saia (D)	Distância de escoamento (mín.)	Diâmetro máximo da base de fixação (d)	Carga mínima de ruptura à flexão	Tensão suportável nominal		Rádio-interferência	
							Impulso atmosférico a seco (NBI)	Em frequência industrial, sob chuva	Tensão de ensaio	Em 500 kHz e referida a 300 Ω
	(kV)	(mm)				(kN)	(kV <sub>cr</sub> )	(kV <sub>ef</sub> )	(kV <sub>ef</sub> )	(μV)
90966	15,0	330	150	530	90	8,0	50	150	9,41	250

TABELA 2 - Amostragem para os ensaios de recebimento

Tamanho do Lote	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificação dimensional;</li> <li>• Verificação da rosca.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclo térmico;</li> <li>• Desempenho termomecânico;</li> <li>• Ensaio mecânico de rotina;</li> <li>• Porosidade;</li> <li>• Radiointerferência;</li> <li>• Resistência mecânica residual</li> <li>• Ruptura mecânica.</li> </ul>			
	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.	Tam.		
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
8.3.1	Inspeção visual	RE
8.3.2	Verificação dimensional	RE
8.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)	P
8.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão	P
8.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica	P
8.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA)	P
8.3.7	Ensaio de flamabilidade	P
8.3.8	Ensaio de dureza nas saias	P
8.3.9	Ensaio de envelhecimento acelerado	P
8.3.10	Ensaio de resistência ao trilhamento e erosão no composto polimérico	P
8.3.11	Ensaio de tensão de impulso atmosférico, a seco	T / E
8.3.12	Ensaio de tensão suportável em frequência industrial, sob chuva	T / E
8.3.13	Ensaio de radiointerferência	T / RE / E
8.3.14	Ensaio de poluição artificial	T / E
8.3.15	Ensaio de ruptura mecânica	T / RE / E
8.3.16	Ensaio de desempenho termomecânico	T / RE / E
8.3.17	Ensaio de resistência mecânica residual	T / RE / E
8.3.18	Ensaio de ciclo térmico	RE / E
8.3.19	Ensaio de porosidade	RE / E
8.3.20	Ensaio de verificação da rosca	RE / E
8.3.21	Ensaio mecânico de rotina	RE / E

Legenda:

P - Ensaio de projeto;

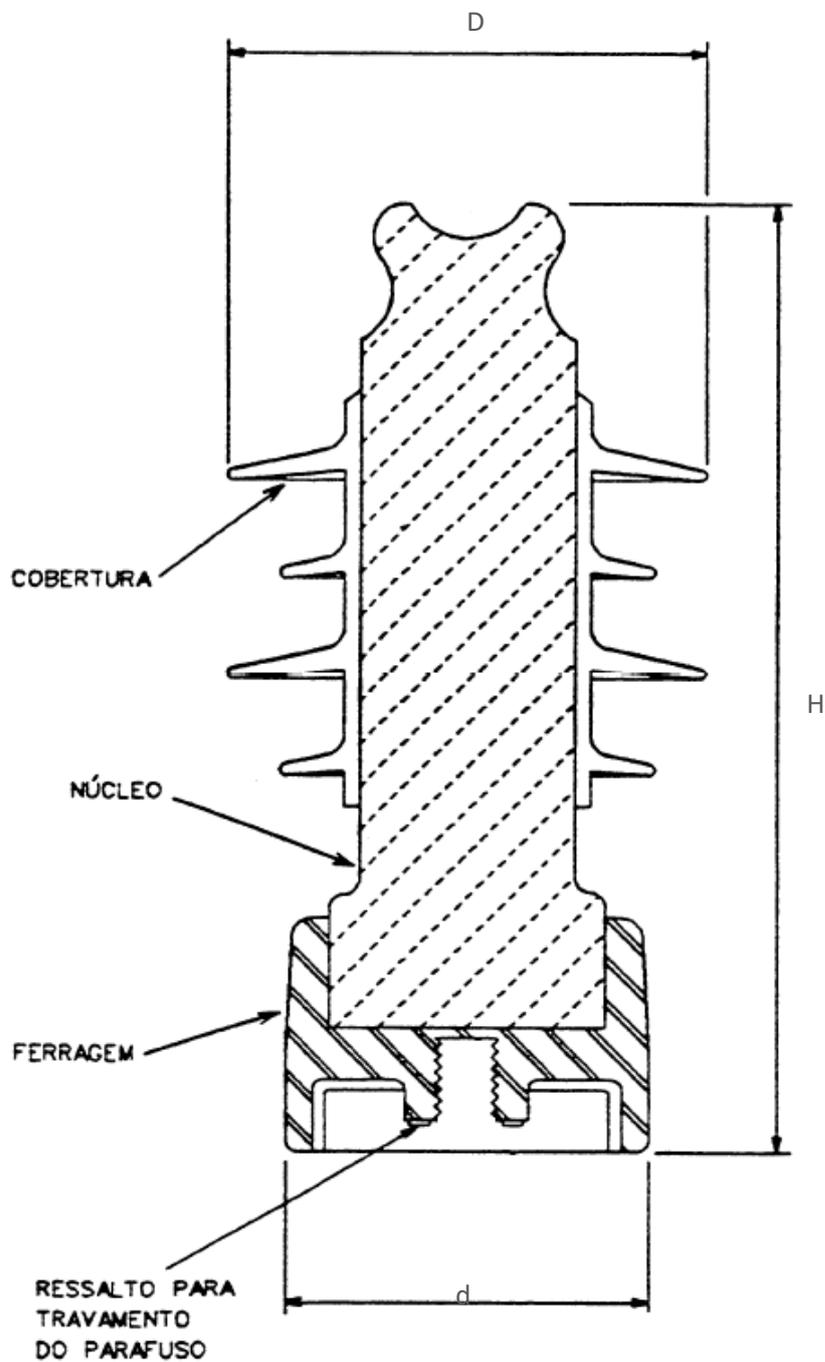
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 15 DESENHOS

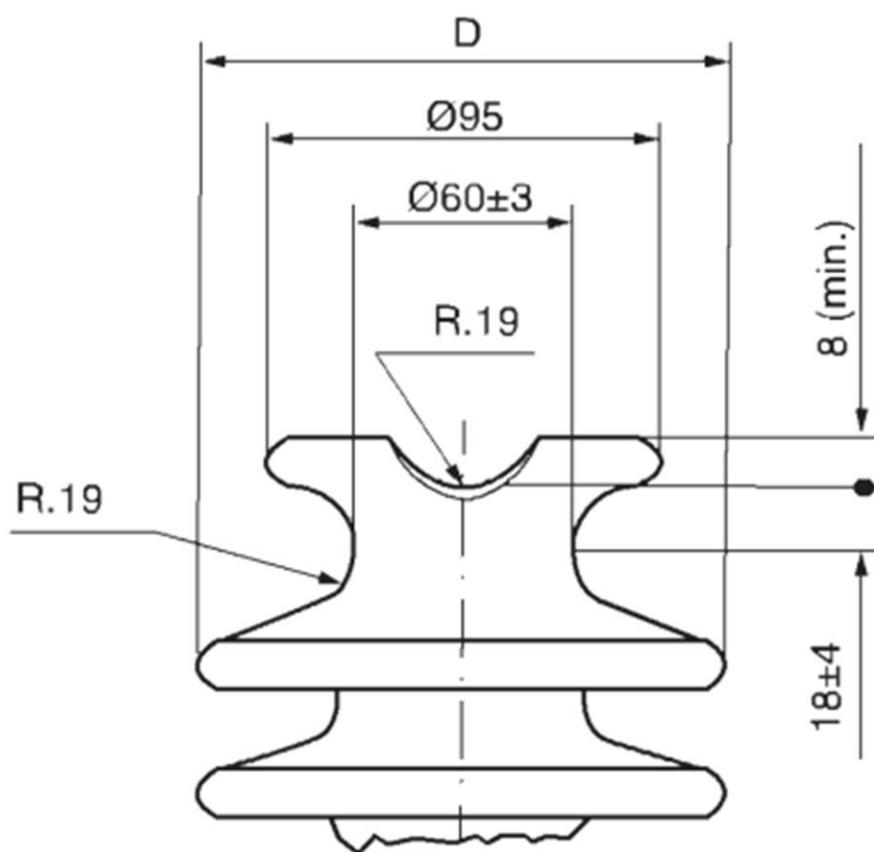
DESENHO 1 - Dimensional do isolador tipo pilar



**NOTA:**

- I. Os valores das cotas estão especificados na Tabela 1.

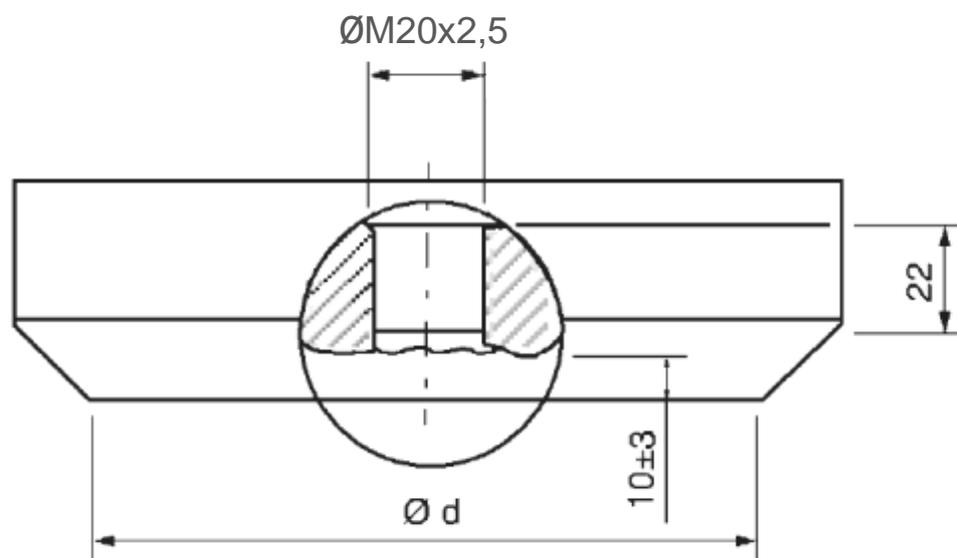
DESENHO 2 - Detalhe das cabeças dos isoladores tipo pilar - Montagem vertical - Sem ferragem na cabeça



NOTA:

- I. Os valores das cotas estão especificados na Tabela 1.

DESENHO 3 - Detalhe das bases dos isoladores tipo pilar - base plana  
com furo central roscado - M20



NOTA:

- I. Os valores das cotas estão especificados na Tabela 1.

## 16 ANEXOS

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

#### ISOLADOR TIPO PILAR

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidades
1	Tipo/modelo do isolador	
1.1	a) Tipo de cabeça (ABNT NBR 12459)	
1.2	b) Tipo de base (ABNT NBR 12459)	
2	Materiais utilizados nas seguintes partes do isolador	
2.1	a) Corpo	
2.2	b) Ferragens integrantes	
3	Características elétricas	
3.1	a) Tensão nominal de operação	kV
3.2	b) Tensão suportável nominal em frequência industrial, a seco	kV
3.3	c) Tensão suportável nominal em frequência industrial, sob chuva	kV
3.4	d) Tensão suportável nominal de impulso atmosférico	
3.4.1	• Polaridade positiva	kV <sub>cr</sub>
3.4.2	• Polaridade negativa	kV <sub>cr</sub>
3.5	e) Nível de tensão de radiointerferência	µV
3.6	f) Distância de escoamento	mm
3.7	g) Distância de arco	mm
4	Características mecânicas	
4.1	a) Carga de flexão nominal (CFN)	kN
5	Peso bruto da embalagem	kg
6	Número de unidades por caixa	Unid.
7	Peso do isolador completo	kg

## NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
- II. Se forem submetidas 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.



