

*Para-raios de distribuição para
linhas de distribuição de 72,5 a 145
kV*

ESA | DENG | NRM-569 | 2023

Especificação Técnica Unificada
ETU - 128.2

Versão 1.0 - Janeiro / 2024



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 para-raios de distribuição (PRD), aplicáveis as linhas aéreas de distribuição em alta tensão (LDAT), em classe de tensão até 145 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 janeiro de 2024.

Cataguases - MG., Janeiro de 2024.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

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





Equipe técnica de revisão da ETU-128.2 (versão 1.0)

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

Guilherme Damiance Souza

Energisa Tocantins (ETO)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Paraíba (EPB)

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Sumário

1	OBJETIVO.....	9
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	9
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	9
4	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....	9
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	10
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	11
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS	13
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	17
5.1	PARA-RAIOS.....	17
5.1.1	Para-raios com invólucros poliméricos	17
5.1.2	Para-raios de distribuição	17
5.1.3	Para-raios a óxido metálico sem centelhadores	17
5.2	ANEL EQUALIZADOR DO PARA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO	18
5.3	BASE DE FIXAÇÃO.....	18
5.4	CORRENTE DE DESCARGA NOMINAL (I_N).....	18
5.5	DESCARGA DISRUPTIVA	18
5.6	DESLIGADOR AUTOMÁTICO	18
5.7	ESTABILIDADE TÉRMICA DO PARA-RAIOS	19
5.8	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_R)	19
5.9	INVÓLUCRO	19
5.10	RESISTOR NÃO LINEAR A ÓXIDO METÁLICO	19
5.11	SEÇÃO DO PARA-RAIOS	19
5.12	TENSÃO MÁXIMA DE OPERAÇÃO CONTÍNUA (MCOV)	20
5.13	TENSÃO DE RÁDIO INTERFERÊNCIA.....	20
5.14	TENSÃO NOMINAL (U_N)	20
5.15	TENSÃO DE OPERAÇÃO CONTÍNUA (U_C).....	20
5.16	TENSÃO RESIDUAL (U_{RES})	20
5.17	UNIDADE DO PARA-RAIOS	20
5.18	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	21
5.19	ENSAIOS DE TIPO	21
5.20	ENSAIOS ESPECIAIS	21
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	21
7	CONDIÇÕES GERAIS	22
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	22
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	23
7.3	ACONDICIONAMENTO	24

7.4	MEIO AMBIENTE	26
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	27
7.6	GARANTIA	27
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	28
7.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES	28
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	29
8	CONDIÇÕES ELÉTRICAS	30
8.1	TENSÕES NOMINAIS (U_N).....	30
8.2	FREQUÊNCIA NOMINAL (F_N)	30
8.3	CORRENTES DE DESCARGA NOMINAIS	30
8.4	NÍVEIS DE PROTEÇÃO DO PARA-RAIOS.....	30
8.5	SUPORTABILIDADE DO PARA-RAIOS FRENTE A CORRENTES DE IMPULSO	31
8.5.1	Impulsos de alta corrente de curta duração.....	31
8.5.2	Capacidade de descarga de linhas de transmissão	31
8.6	DESCARGAS PARCIAIS	31
8.7	TENSÃO DE RÁDIO INTERFERÊNCIA E TENSÃO DE IONIZAÇÃO INTERNA.....	31
8.8	DESEMPENHO DE CURTO-CIRCUITO	31
9	CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS	32
9.1	MATERIAIS	32
9.1.1	Blocos de varistores	32
9.1.2	Revestimento no núcleo	32
9.1.3	Terminais dos para-raios	33
9.1.3.1	Terminais de linha.....	33
9.1.3.2	Terminal de aterramento	33
9.1.4	Desligador automático.....	34
9.1.5	Cordoalha de aterramento	34
9.1.6	Anéis de equalização.....	34
9.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	35
9.3	ACABAMENTO	35
9.4	IDENTIFICAÇÃO	35
9.4.1	Para-raios de distribuição	35
9.4.2	Desligadores automáticos	37
9.5	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	37
9.5.1	Momento fletor	37
9.5.2	Estanqueidade	37
9.5.3	Terminais, conectores e desligador automático	38
10	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	38
10.1	GENERALIDADES.....	38
10.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	42
10.2.1	Ensaio de projeto (P).....	42

10.2.2	Ensaio de tipo (T)	43
10.2.3	Ensaio de recebimento (RE)	43
10.2.4	Ensaio especiais (E).....	44
10.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	45
10.3.1	Inspeção visual	46
10.3.2	Verificação dimensional.....	46
10.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).....	46
10.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão	47
10.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica.....	47
10.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA)	47
10.3.7	Ensaio de envelhecimento acelerado	47
10.3.8	Ensaio de flamabilidade.....	48
10.3.9	Ensaio de trilhamento e erosão	48
10.3.10	Ensaio de verificação da aderência	48
10.3.11	Ensaio de dureza	49
10.3.12	Ensaio de líquido penetrante.....	49
10.3.13	Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos	50
10.3.14	Ensaio de medição da tensão de referência	50
10.3.14.1	Ensaio de tipo (T)	50
10.3.14.2	Ensaio de recebimento (RE) e especial (E)	50
10.3.15	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico no invólucro	50
10.3.16	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial	51
10.3.17	Ensaio de tensão residual	51
10.3.18	Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração.....	51
10.3.19	Ensaio de ciclo de operação	52
10.3.20	Ensaio de característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo	52
10.3.21	Ensaio de desligador automático	52
10.3.22	Ensaio de curto-circuito.....	52
10.3.23	Ensaio de estanqueidade.....	53
10.3.23.1	Ensaio de tipo (T) ou especial (E)	53
10.3.23.2	Ensaio de recebimento (RE)	53
10.3.24	Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais	53
10.3.25	Ensaio de descargas parciais	54
10.3.26	Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico	54
10.3.27	Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua	54
10.3.28	Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua	55

10.3.29	Ensaio de verificação da estabilidade térmica	55
10.3.30	Ensaio de momento fletor	55
10.3.31	Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento	56
10.3.31.1	camada de estanho	56
10.3.31.2	Camada de prata	56
10.3.32	Ensaio de verificação do torque nos terminais do para-raios de distribuição de distribuição e no desligador	56
10.3.33	Ensaio de suportabilidade às agressões do ambiente	56
10.4	RELATÓRIOS DE ENSAIOS	57
11	PLANOS DE AMOSTRAGEM	58
11.1	ENSAIOS DE TIPO, PROJETO E ESPECIAIS	58
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	58
11.2.1	Inspeção visual	58
11.2.2	Ensaio de descargas parciais e estanqueidade	58
11.2.3	Demais ensaios	59
12	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	59
12.1	ENSAIOS DE TIPO, PROJETO E ESPECIAIS	59
12.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	59
13	NOTAS COMPLEMENTARES	60
14	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	60
15	VIGÊNCIA	60
16	TABELAS	61
	TABELA 1 - Características nominais dos para-raios de distribuição de distribuição	61
	TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de recebimento	62
	TABELA 3 - Relação dos ensaios	64
17	DESENHOS	66
	DESENHO 1 - Característica dimensionais dos para-raios de distribuição	66
18	ANEXOS	67
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	67
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	70

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Para-raios de Distribuição (PRD) , em invólucro polimérico, de resistor não linear a óxido metálico, sem centelhadores, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às proteções dos equipamentos e das linhas aéreas de distribuição em alta tensão (LDAT), com classe de tensão até 145 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTAS:

- I. Este material tem seu uso proibido:
 - Internamente em subestações de abrigadas e/ou blindadas;
 - Em linhas de distribuição de média tensão (LDMT).

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 NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 16050, Para-raios de resistor não linear de óxido metálico sem centelhadores, para circuitos de potência de corrente alternada

- IEC 60099-4, Surge arresters - Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems

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

4.1 Legislação e regulamentação federal

- 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 22/05/2001
- 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 Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução Normativa 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 brasileiras

- 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 62073, Guia da medição da hidrofobicidade nas superfícies de isoladores
 - ABNT NBR 5368, Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos - Especificação
 - ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência
 - ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
 - ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
 - ABNT NBR 6323, Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
 - ABNT NBR 7397, Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7398, Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 7399, Produto de aço ou 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 ou ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
 - ABNT NBR 13977, Cabos ópticos - Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) - Método de ensaio
 - ABNT NBR 15255, Unidades de isolador composto para cadeia, para linhas aéreas com tensão acima de 1 000 V - Classes de resistência mecânica e ferragens integrantes padronizadas

- ABNT NBR 15643, Isoladores poliméricos para uso interno e externo, com tensão nominal superior a 1 000 V - Ensaio de projeto
- ABNT NBR 16326, Isoladores poliméricos para alta-tensão, para uso externo e interno - Ensaio de trilhamento e erosão, pelo método da roda de trilhamento e pelo ensaio de 5 000 h
- ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão - Parte 1: Definições gerais e requisitos de ensaio
- ABNT NBR IEC 60270, Técnicas de ensaios elétricos de alta-tensão - Medição de descargas parciais
- ABNT NBR ISO 68-1, Rosca métrica ISO de uso geral - Perfil básico Parte 1: Rosca métrica para parafusos

4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM B33, Standard specification for tin-coated soft or annealed copper wire for electrical purposes
- ASTM B545, Standard specification for electrodeposited coatings of tin
- ASTM B700, Standard specification for electrodeposited coatings of silver for engineering use
- 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 D6370, Standard test method for rubber - Compositional analysis by thermogravimetry (TGA)

- ASTM E1252, Standard practice for general techniques for obtaining infrared spectra for qualitative analysis
- Constitui falha, se amostra apresentar, Standard guide for use of spectral searching by curve matching algorithms with data recorded using mid-infrared spectroscopy
- ASTM G155, Standard practice for operating xenon arc lamp apparatus for exposure of materials
- IEC 60060-1, High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements
- IEC 60243-1, Electric strength of insulating materials - Test methods - Part 1: Tests at power frequencies
- IEC 60270, High-voltage test techniques - Partial discharge measurements
- 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
- IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
- IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
- IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
- IEC 61466-1, Composite string insulator units for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V - Part 1: Standard strength and end fittings

- 
- IEC 62217, Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use - General definitions, test methods and acceptance criteria
 - IEC TR 62039, Selection guidelines for polymeric materials for outdoor use under HV stress
 - IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
 - IEC TS 62073, Guidance on the measurement of hydrophobicity of insulator surfaces
 - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
 - ISO 68-1, Purpose screw threads - Basic profile - Part 1: Metric screw threads Paperback
 - ISO 868, Plastics and ebonite - Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)
 - ISO 2093, Electroplated coatings of tin - Specification and test methods
 - ISO 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods
 - ISO 4650, Rubber - Identification - Infrared spectrometric methods
 - ISO 4892-2, Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps
 - ISO 11357-1, Plastics - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 1: General principles

NOTAS:

- 
- II. Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
 - III. 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;
 - IV. 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;
 - V. 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
 - ETU - Especificação Técnica Unificada (Grupo Energisa)
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira
 - NM - Norma Mercosul
 - ASTM - American Society for Testing and Materials

- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Eletronics Engineers
- ISO - International Standardization Organization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 16050, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Para-raios

Dispositivo destinado a proteger o sistema elétrico contra sobretensões transitórias elevadas e a limitar a duração e a intensidade da corrente subsequente.

5.1.1 Para-raios com invólucros poliméricos

Para-raios que utilizam materiais poliméricos ou compostos poliméricos como material do invólucro e das saias.

5.1.2 Para-raios de distribuição

Equipamento destinado a linhas e redes de distribuição de energia elétrica, em sistemas aéreas e/ou subterrâneas, em nível de tensão inferior à 69 kV.

5.1.3 Para-raios a óxido metálico sem centelhadores

Para-raios composto de resistores não lineares a óxido metálico em série e/ou em paralelo, sem quaisquer centelhadores.

NOTA:

- VI. Para simplificação desta norma, o termo “para-raios a óxidos metálicos, sem centelhador, com desligador automático e invólucro polimérico” será designado apenas por “para-raios”.

5.2 Anel equalizador do para-raios de distribuição

Corpo condutor, geralmente de forma circular, cuja finalidade é modificar a distribuição do campo elétrico ao longo do para-raios de distribuição tornando-a a mais uniforme possível.

5.3 Base de fixação

Suporte apropriado para fixação do para-raios aos equipamentos ou suportes apropriados nas redes de distribuição.

A base de fixação pode ser conhecida, também, como braçadeira de fixação ou braço de montagem.

5.4 Corrente de descarga nominal (I_n)

Valor de crista do impulso de corrente, com forma 8/20 ms, que é usado para classificar o para-raios.

5.5 Descarga disruptiva

Fenômeno associado à falha da isolamento sob condições de solicitação elétrica, o qual inclui um colapso de tensão e a passagem de corrente.

5.6 Desligador automático

Dispositivo para desligar, de modo visível, um para-raios de distribuição defeituoso do sistema no qual está ligado, para evitar falta permanente no próprio sistema e sinalizar a unidade defeituosa.

NOTA:

- VII. Este dispositivo não é geralmente previsto para interromper a corrente de falta através do para-raios de distribuição durante a desconexão e pode não evitar a explosão violenta do invólucro durante a descarga de correntes de falta através para-raios de distribuição. No entanto, é recomendável que os desligadores automáticos atuem de modo no mínimo simultâneo com os dispositivos de proteção de retaguarda.

5.7 Estabilidade térmica do para-raios

Termo usado para caracterizar a situação em que, após o para-raios ser submetido a um ciclo de operação, a temperatura resultante nos seus resistores não lineares decresce com o tempo, quando o para-raios é energizado sob condições especificadas.

5.8 Frequência nominal (f_r)

Frequência do sistema de potência para a qual o para-raios de distribuição é projetado para ser utilizado.

5.9 Invólucro

Parte isolante externa do para-raios de distribuição que proporciona a distância de escoamento necessária e abriga os componentes internos.

Um invólucro pode consistir em várias partes que propiciem resistência mecânica e proteção contra intempéries.

5.10 Resistor não linear a óxido metálico

Componente principal do para-raios de distribuição, formado basicamente pela sinterização de óxidos metálicos, o qual, por sua característica não linear de tensão-corrente, apresenta uma baixa resistência frente a sobretensões, limitando desta forma a tensão entre os terminais do para-raios de distribuição e uma alta resistência na sua condição normal de operação sob tensão em frequência industrial.

5.11 Seção do para-raios



Parte do para-raios, utilizada em um determinado ensaio, através da qual é possível representar o comportamento do para-raios completo nesse mesmo ensaio.

5.12 Tensão máxima de operação contínua (MCOV)

Máxima tensão eficaz permissível à frequência industrial, que pode ser aplicada continuamente aos terminais do para-raios de distribuição.

5.13 Tensão de rádio interferência

Tensão em alta frequência, gerada por todas as fontes de corrente de ionização, que aparece nos terminais dos equipamentos ou nos sistemas de potência.

5.14 Tensão nominal (U_n)

Máxima tensão eficaz, de frequência industrial, aplicável entre os terminais do para-raios para a qual ele é projetado para operar corretamente, sob as condições de sobretensões temporárias estabelecidas nos ensaios de ciclo de operação.

NOTA:

VIII. A tensão nominal é utilizada como um parâmetro de referência para a especificação das características de operação.

5.15 Tensão de operação contínua (U_c)

Máxima tensão eficaz permissível à frequência industrial, que pode ser aplicada continuamente aos terminais do para-raios.

5.16 Tensão residual (U_{res})

Valor de crista da tensão que surge entre os terminais do para-raios, durante a passagem da corrente de descarga.

5.17 Unidade do para-raios



Parte do para-raios de distribuição, completamente montada em seu invólucro, que pode ser ligada em série e/ou em paralelo com outras unidades para construção de um para-raios de distribuição de maior tensão nominal e/ou corrente de descarga nominal.

NOTA:

- IX. Uma unidade de um para-raios de distribuição não constitui uma seção e vice-versa.**

5.18 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.

5.19 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.

5.20 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

Os para-raios de distribuição devem:

- a) Ser fornecidos completos, com todos os acessórios necessários ao seu perfeito funcionamento;
- b) Ter todas as peças correspondentes intercambiáveis, quando de mesmas características nominais e fornecidas pelo mesmo fabricante;
- c) No projeto, as matérias primas empregadas na fabricação e acabamento devem incorporar tanto quanto possível as mais recentes técnicas e melhoramentos.

7.1 Condições do serviço

Os para-raios de distribuição 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, conforme IEC 60721-2-1:
 - 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/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
- g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos para-raios ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1;
- i) Para-raios montado na posição vertical.

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. No caso de equipamentos importados deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

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

7.3 Acondicionamento

Os para-raios de distribuição devem ser acondicionados individualmente em container (caixa para transporte), não retornáveis, com massas brutas não superiores 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) A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
- c) O material da embalagem, em contato com os para-raios de distribuição não devem:
 - Aderir a ele;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão quando armazenado;
 - Reter umidade.
- d) 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>

NOTA:

XI. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma:

- Devem ter qualidade no mínimo igual à do pinus de segunda e certificada pelo IBAMA;
- Não devem conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dessas embalagens.

Cada container deve ser identificado, de forma legível e indelével e contendo 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 dos para-raios de distribuição (tipo ou modelo, número de série, tensão nominal (kV), corrente nominal de descarga (kA) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 16050 / IEC 60099-4;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:

- XII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- XIII. 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 para-raios de distribuição, 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 para-raios de distribuição, 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.

Quando o fornecedor utilizar madeira em suas embalagens, o mesmo deverá apresentar as informações referente ao tipo de madeira utilizada nas embalagens, seu respectivo tratamento preservativo 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

As para-raios de distribuição devem ter vida média, mínima, de 10 (dez) 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 7 (sete) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 8º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,2 % de falhas no fim do período de vida útil.

NOTA:

- XIV. 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 deve obedecer ao disposto na Ordem de Compra de Materiais (OCM) contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Caso os materiais apresentem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve entrar em vigor para todo o lote em questão.

Dentro do referido período as despesas com mão-de-obra decorrentes da retirada e instalação de equipamentos comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte destes entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, incidirão sobre o último.

7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos para-raios de distribuição, em obras particulares, para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados e 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, para-raios 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:

- XV. A critério da Energisa, os para-raios de distribuição 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;
- XVI. A relação dos fabricantes homologados de para-raios de distribuição 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 equipamentos devem estar acompanhados 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 desenhos técnicos detalhados;
- a) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

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

- a) Tipo e código do fabricante;
- b) Arranjo geral em 3 (três) vistas, mostrando a localização de todos os componentes, com indicação das dimensões gerais;
- c) Detalhes das saias, corpo, suporte isolante, terminais de linha e conectores de aterramento;
- d) Legenda dos componentes;

- e) Massa do equipamento;
- f) Placa de identificação;
- g) Placa de identificação de cadastro;
- h) Desenho detalhado da embalagem indicando dimensões, massa, tipo de material e detalhes de fixação dos componentes dentro das mesmas.

Quando os para-raios de distribuição propostos apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, através do Anexo 2.

8 CONDIÇÕES ELÉTRICAS

Os para-raios de distribuição são, usualmente, classificados como Classe Distribuição de 10 kA e classe de descarga de linhas de transmissão 2.

8.1 Tensões nominais (U_n)

Os valores de tensões nominais e tensão de operação contínua dos para-raios de distribuição, em quilovolt eficaz (kVef), estão estabelecidos na Tabela 1.

8.2 Frequência nominal (f_n)

A frequência nominal é 60 Hz.

8.3 Correntes de descarga nominais

As correntes de descarga nominais normalizadas dos para-raios de distribuição, com forma de onda 8/20 μ s, são de 10 kA.

NOTA:

- XVII. Alternativamente, a Energisa poderão ser aceitos para-raios de distribuição de 20 kA, mediante aprovação previa da Energisa.

8.4 Níveis de proteção do para-raios

Os para-raios de distribuição devem conter níveis de proteção:

- Corrente íngreme: $4,0 \text{ kV}_{cr}/U_n$;
- Corrente de impulso atmosférico: $4,0 \text{ kV}_{cr}/U_n$.

8.5 Suportabilidade do para-raios frente a correntes de impulso

8.5.1 Impulsos de alta corrente de curta duração

Os para-raios de distribuição devem suportar a corrente de crista para impulso de alta corrente e curta duração com forma de onda 4/10 μ s), de 100 kA.

8.5.2 Capacidade de descarga de linhas de transmissão

Os para-raios de distribuição devem ser capazes de descarregar linhas de transmissão conforme ABNT NBR 16050 e IEC 60099-4.

8.6 Descargas parciais

O nível máximo de descargas parciais quando medido a 1,05 vezes a tensão de operação contínua do para-raios de distribuição ou unidade, deve ser menor ou igual a 10 pC.

8.7 Tensão de rádio interferência e tensão de ionização interna

As tensões limites de rádio interferência e de ionização interna, quando medidas a 1,05 vezes a tensão de operação contínua do para-raios de distribuição, na faixa entre 500 e 2.000 kHz, referida a 300 W, não devem exceder 2.500 e 250 mV, respectivamente.

Este ensaio é aplicável a para-raios de distribuição com tensões nominais maior ou igual a 77 kV.

8.8 Desempenho de curto-circuito

O fabricante deve declarar uma corrente nominal de curto-circuito para cada família de para-raios.

9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os para-raios de distribuição deverão ser do tipo autoportantes, de montagem vertical em estrutura metálica ou de concreto, uso externo, mesmo quando a superfície estiver contaminada conforme nível de poluição leve (b) e pesada (d) da ABNT NBR IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1.

NOTA:

XVIII. O suporte metálico para instalação em cruzetas não faz parte do fornecimento do para-raios de distribuição.

9.1 Materiais

9.1.1 Blocos de varistores

Os para-raios de distribuição devem ser compostos por blocos de varistores, confeccionados em óxido de zinco (ZnO).

9.1.2 Revestimento no núcleo

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

- a) Ser homogêneo;
- b) Hidrofóbico, conforme ABNT IEC TS 62073 ou IEC TS 62073;
- c) Ficar perfeitamente aderente ao núcleo e às ferragens integrantes;
- d) Ser projetado de forma a evitar a formação de descargas localizadas e a impedir a possibilidade de penetração de umidade, pelas interfaces;

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

NOTA:

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

9.1.3 Terminais dos para-raios

9.1.3.1 Terminais de linha

O terminal de linha deve ser do tipo olhal, de acoplamento 16N, conforme ABNT NBR 15255 ou IEC 61466-1, confeccionados em liga de cobre, com teor de zinco não superior a 5,0 % e com condutividade mínima de 30 % IACS a 20 °C, revestido em:

- a) Estanho, com camada mínima de 8,0 µm individualmente e 12 µm na média das amostras.
- b) Prata, com camada mínima de 2,0 µm.

NOTA:

XX. Terminais de linha e aterramento podem ser fornecidos em outros materiais, mediante aprovação previa da Energisa.

9.1.3.2 Terminal de aterramento

O terminal de aterramento deve ser confeccionado em liga de cobre, com teor de zinco não superior a 5,0 % e com condutividade mínima de 30 % IACS a 20 °C, revestido em:

- c) Estanho, com camada mínima de 8,0 µm individualmente e 12 µm na média das amostras.
- d) Prata, com camada mínima de 2,0 µm.

NOTA:

XXI. Terminais de linha e aterramento podem ser fornecidos em outros materiais, mediante aprovação previa da Energisa.

9.1.4 Desligador automático

Os para-raios de distribuição devem ser equipados com dispositivo desligador automático extraível, com a função de desligar automaticamente a ligação à terra em caso de defeito elétrico no para-raios de distribuição.

9.1.5 Cordoalha de aterramento

Os para-raios de distribuição devem ser fornecidos, em conjunto com:

- Cordoalha trançada flexível, de seção circular, em cobre estanhado, com 25 mm² e comprimento mínimo de 2.500 mm, conforme ABNT NBR 5368 ou ASTM B33;
- Terminal de aterramento de liga de cobre, estanhado, com conector adequado para cabo de cobre ou aço-cobreado seção 10 até 120 mm², conforme ABNT NBR 5370.

9.1.6 Anéis de equalização

Quando solicitado, os para-raios de distribuição devem ser providos de anéis de equalização, confeccionado em liga de alumínio, visando uma adequada distribuição de potencial.

9.2 Características dimensionais

O para-raios de distribuição deve possuir formato e dimensões conforme Desenho 1.

Os terminais de linha e aterramento devem ser do tipo pino roscado, com rosca métrica, conforme ABNT NBR ISO 68-1 ou ISO 68-1, de diâmetro de M10 ou M12 x 1,75 mm.

Os anéis de equalização devem ser dimensionados de acordo com o para-raios de distribuição no seu respectivo nível de tensão.

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

9.3 Acabamento

O invólucro dos para-raios de distribuição deve ter superfícies lisas e uniformes, não devendo apresentar rebarbas, bolhas, asperezas, fissuras ou inclusões de materiais estranhos que comprometam o seu desempenho e deve ser injetado diretamente aos blocos de ZnO, e sobre os terminais metálicos, de tal forma que não existam espaços entre os blocos encapsulados e o invólucro polimérico.

Os materiais devem ser fornecidos na cor cinza.

O anel de equalização, o desligador automático e terminais de linha e aterramento devem ser isentos de trincas e inclusões ou arestas vivas que possam danificar os condutores.

9.4 Identificação

9.4.1 Para-raios de distribuição

Os para-raios de distribuição devem ser identificados por:

- Marcação na superfície externa do próprio invólucro de forma legível e indelével; ou

- Etiqueta adesiva irremovível; ou
- Placa irremovível de aço inoxidável ou alumínio.

Contendo as seguintes informações:

- a) A palavra “PARA-RAIOS”;
- b) Nome ou marca de fabricante;
- c) Tipo ou modelo do para-raios de distribuição e número de catálogo;
- d) Tipo de resistor não linear (ZNO);
- e) Tensão nominal (U_n), em quilovolt (kV);
- f) Máxima tensão de operação contínua (MCOV), em quilovolt (kV)
- g) Corrente de descarga nominal (I_n), em quilo ampère (kA);
- h) Classe de descarga de linha de transmissão (DLT);
- i) Corrente suportável de curto-circuito (I_{sc}), em quilo ampère (kA);
- j) Mês/ano de fabricação (MM/AAAA).

NOTA:

XXII. Os para-raios de distribuição constituídos por múltiplas unidades deverão ter as seguintes informações em cada unidade:

- Número de série;
- Nome do fabricante;
- Tipo e número de catálogo;
- Sequência de montagem, se as unidades não forem eletricamente intercambiáveis na constituição do para-raios de distribuição.

9.4.2 Desligadores automáticos

Os desligadores automáticos devem ser identificados com, no mínimo:

- a) Nome ou marca de fabricante;
- b) Tipo ou modelo.

9.5 Características mecânicas

9.5.1 Momento fletor

O para-raios de distribuição deve suportar os valores de esforços de flexão declarados pelo fabricante.

Na determinação da carga dinâmica aplicada a um para-raios de distribuição, recomenda-se que o usuário considere fatores externos como vento e as forças eletromecânicas prováveis de afetar a instalação.

Os para-raios de distribuição acondicionados em suas respectivas embalagens devem suportar as cargas de transporte.

Os para-raios de distribuição poliméricos podem apresentar deflexões mecânicas em serviço.

9.5.2 Estanqueidade

Todos os para-raios de distribuição devem ser projetados de forma a garantir total resistência à penetração em seu interior, de substâncias que afetam seu comportamento elétrico e/ou mecânico.

Não será permitida a utilização de dispositivos adicionais, aplicados sobre os para-raios de distribuição, com a função exclusiva de garantir a estanqueidade.

NOTA:

- XXIII. O fornecedor deverá fornecer à Energisa informações suficientes para avaliar a qualidade da vedação, informar os ensaios realizados e a justificativa da metodologia aplicada no ensaio.

9.5.3 Terminais, conectores e desligador automático

Devem suportar um torque mínimo, sem sofrer ruptura ou deformação permanente, de:

- Instalação: de 2,5 daN.m; e
- Ensaio: de 3,0 daN.m.

10 INSPEÇÃO E ENSAIOS

10.1 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 10.2.1, 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 10.4.

- 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 serem 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:

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

10.2 Relação de ensaios

Os ensaios são classificados em:

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

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

10.2.1 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 10.3.3;
- b) Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão, conforme item 10.3.4;
- c) Ensaio de rigidez dielétrica, conforme item 10.3.5;
- d) Ensaio de termogravimétrica (TGA), conforme item 10.3.6;
- e) Ensaio de envelhecimento acelerado, conforme item 10.3.7;
- f) Ensaio de flamabilidade, conforme item 10.3.8;
- g) Ensaio de trilhamento e erosão, conforme item 10.3.9;
- h) Ensaio de verificação da aderência, conforme item 10.3.10;

- i) Ensaio de dureza, conforme item 10.3.11;
- j) Ensaio de líquido penetrante, conforme item 10.3.12;
- k) Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos, conforme item 10.3.13.

10.2.2 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de medição da tensão de referência, conforme item 10.3.14;
- b) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, conforme item 10.3.15;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, conforme item 10.3.16;
- d) Ensaio de tensão residual, conforme item 10.3.17;
- e) Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração, conforme item 10.3.18;
- f) Ensaio de ciclo de operação, conforme item 10.3.19;
- g) Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo, conforme item 10.3.20;
- h) Ensaio do desligador automático, conforme item 10.3.21;
- i) Ensaio de curto-circuito, conforme item 10.3.22;
- j) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.23;
- k) Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais, conforme item 10.3.24;
- l) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.25.

10.2.3 Ensaios de recebimento (RE)



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

- a) Inspeção visual, conforme item 10.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 10.3.2;
- c) Ensaio de medição da tensão de referência, conforme item 10.3.14;
- d) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.23;
- e) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.25;
- f) Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico, conforme item 10.3.26;
- g) Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.27;
- h) Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.28;
- i) Ensaio de verificação da estabilidade térmica, conforme item 10.3.29;
- j) Ensaio de momento fletor, conforme item 10.3.30;
- k) Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento, conforme item 10.3.31;
- l) Ensaio de verificação do torque nos terminais, conforme item 10.3.32.

10.2.4 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de medição da tensão de referência, conforme item 10.3.14;
- b) Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico, conforme item 10.3.15;
- c) Ensaio de tensão suportável à frequência industrial, conforme item 10.3.16;
- d) Ensaio de tensão residual, conforme item 10.3.17;

- 
- e) Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração, conforme item 10.3.18;
 - f) Ensaio de ciclo de operação, conforme item 10.3.19;
 - g) Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo, conforme item 10.3.20;
 - h) Ensaio do desligador automático, conforme item 10.3.21;
 - i) Ensaio de curto-circuito, conforme item 10.3.22;
 - j) Ensaio de estanqueidade, conforme item 10.3.23;
 - k) Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais, conforme item 10.3.24;
 - l) Ensaio de descargas parciais, conforme item 10.3.25;
 - m) Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico, conforme item 10.3.26;
 - n) Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.27;
 - o) Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua, conforme item 10.3.28;
 - p) Ensaio de verificação da estabilidade térmica, conforme item 10.3.29;
 - q) Ensaio de momento fletor, conforme item 10.3.30;
 - r) Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento, conforme item 10.3.31;
 - s) Ensaio de verificação do torque nos terminais, conforme item 10.3.32;
 - t) Ensaio de suportabilidade às agressões do ambiente, conforme item 10.3.33.

10.3 Descrição dos ensaios

10.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando:

- a) Presença de todos os componentes;
- b) Acabamento, conforme item 9.3;
- c) Acondicionamento, conforme item 7.3;
- d) Identificação, conforme item 9.4;
- e) Manual de instruções, conforme item 7.8.

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

10.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos para-raios de distribuição e seus componentes, conforme Desenho 1 e Tabelas 1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade de quaisquer dos requisitos.

10.3.3 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 E1252 ou ISO 4650, e a identificação das amostras deve ser conforme a ASTM E2310.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos aos requisitos informados pelo fabricante.

10.3.4 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 ou ASTM D3418 ou ISO 11357-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos aos requisitos informados pelo fabricante.

10.3.5 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 ou IEC 60243-1.

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

10.3.6 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 a amostra apresentar valores medidos com diferenças de $\pm 5,0\%$ em cada etapa de degradação obtida no ensaio.

10.3.7 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 ASTM G155 ou ISO 4892-2, e estar em conformidade com a ABNT NBR 15643.

Constitui falha, se a 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.

10.3.8 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 a amostra apresentar valores medidos que enquadram na Categoria FV), conforme IEC 60695-11-10.

10.3.9 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 16326 ou IEC 62217.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trilhamento;
- b) Profundidade da erosão for superior a 3,0 mm e/ou atingir o núcleo;
- c) Perfuração nas saias, no revestimento ou na interface.

10.3.10 Ensaio de verificação da aderência



O ensaio de verificação da aderência analisa a qualidade da aderência nas interfaces núcleo/revestimento e terminais integrantes/revestimento.

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

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

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

Tencionar manualmente o revestimento, objetivando deslocá-lo do núcleo e da ferragem. Realizar uma verificação visual para observar a existência da aderência do revestimento nas interfaces (ferragem/revestimento e núcleo/revestimento).

O revestimento deve ter aderência em todas as amostras. Se um único para-raios tiver uma região com falta de aderência, o projeto do para-raios deve ser rejeitado.

10.3.11 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 ISO 868 e estar em conformidade com ABNT NBR 15643.

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

10.3.12 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 a amostra apresentar valores medidos de tempo de penetração do líquido inferiores a 15 (quinze) minutos.

10.3.13 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 ou IEC TR 62039.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tração inferiores à 340 MPa.

10.3.14 Ensaio de medição da tensão de referência

10.3.14.1 Ensaio de tipo (T)

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Este ensaio serve como referência dos valores da corrente de crista, independentemente da polaridade, não tendo critério reprobatório.

10.3.14.2 Ensaio de recebimento (RE) e especial (E)

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos estiverem fora da faixa especificada pelo fabricante.

10.3.15 Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico no invólucro



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1 e está em conformidade com ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Descarga disruptiva interna;
- b) 2 (duas) ou mais descargas disruptiva externa.

10.3.16 Ensaio de tensão suportável à frequência industrial

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1 e está em conformidade com ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de valores medidos superiores a corrente de descarga nominal multiplicado por 1,06.

10.3.17 Ensaio de tensão residual

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4, em para-raios completos.

Constitui falha, se a amostra apresentar correntes e formas de onda especificadas fora das definições do projeto do fabricante.

10.3.18 Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) A variação dos valores da tensão residual, medidos antes e após o ensaio, for superior a $\pm 5,0\%$;
- b) Os componentes dos corpos de prova, em uma inspeção visual, não apresentarem indícios de descarga disruptiva externa, trincas ou perfuração nos resistores; ou quebra de qualquer componente;

10.3.19 Ensaio de ciclo de operação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Estabilidade térmica não comprovada;
- b) Variação dos valores da tensão residual, medidos antes e depois do ciclo de operação, for superior a $\pm 5,0 \%$;
- c) Os componentes dos corpos de prova, em uma inspeção visual, não apresentarem indícios de descarga externa ou perfuração nos resistores ou quebra de qualquer componente.

10.3.20 Ensaio de característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar curva da tensão suportável à frequência industrial \times tempo especificadas fora das definições do projeto do fabricante.

10.3.21 Ensaio de desligador automático

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de atuação do desligador durante os ensaios de corrente suportável de longa duração e ciclo de operação.

10.3.22 Ensaio de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fragmentação violenta;
- b) Não extinção de chamas, em prazo superior a 2 (dois) minutos.

10.3.23 Ensaio de estanqueidade

10.3.23.1 Ensaio de tipo (T) ou especial (E)

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trincas ou fissuras, exposição do material de vedação ou qualquer alteração mecânica;
- b) Medição das perdas resistivas: Aumento em relação aos valores iniciais de superiores a 20 %;
- c) Medição da tensão residual: Aumento em relação aos valores iniciais de superiores a 5,0 %;
- d) Medição do nível de descargas parciais: exceder 10 pC, medido a 1,05 U_c .

10.3.23.2 Ensaio de recebimento (RE)

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores de crista da componente resistiva da corrente de fuga, ou a potência dissipada, ou a temperatura dos resistores não lineares, não decrescerem de forma contínua, durante os 15 (quinze) minutos após o término do ensaio.

10.3.24 Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Trilhamento elétrico;
- b) Erosão sobre o invólucro expondo partes internas dos corpos de prova, tais como blocos, fibras ou outras interfaces;
- c) Perfurações no corpo do invólucro e nas saias;
- d) A tensão de referência, medida antes e após o ensaio, com reduções superiores a 5,0 %;
- e) Os níveis de descargas parciais, medidos antes e após o ensaio, exceder a 10 pC.

10.3.25 Ensaio de descargas parciais

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR IEC 60270 ou IEC 60270 e estar em conformidade com a ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de descargas parciais superiores a 10 pC.

10.3.26 Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tensão residual forem superiores aos valores especificados pelo fabricante.

10.3.27 Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4, no para-raios completo.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos estiverem fora da faixa especificada pelo fabricante.

10.3.28 Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4, no para-raios completo.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos estiverem fora da faixa especificada pelo fabricante.

10.3.29 Ensaio de verificação da estabilidade térmica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de valores de crista da componente resistiva da corrente de fuga, ou a potência dissipada, ou a temperatura dos resistores não lineares, não decrescerem de forma contínua, durante os 15 (quinze) minutos após o término do ensaio.

10.3.30 Ensaio de momento fletor

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Houve ocorrência de danos mecânico visíveis;
- b) A curva força versus deflexão não apresenta descontinuidades;

- c) A deformação do invólucro pela aplicação do esforço após a remoção da carga de flexão está superior a $\pm 5,0 \%$ em relação à condição inicial antes da aplicação da carga;
- d) Resultado não satisfatórios no ensaio de estanqueidade;
- e) O nível de descargas parciais não excede o valor de 10 pC.

10.3.31 Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento

10.3.31.1 camada de estanho

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM B545 ou ISO 2093.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da camada de estanho inferiores aos estabelecidos no item 9.1.5.

10.3.31.2 Camada de prata

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM B700 ou ISO 4521.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da camada de estanho inferiores aos estabelecidos no item 9.2.3.

10.3.32 Ensaio de verificação do torque nos terminais do para-raios de distribuição de distribuição e no desligador

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5370 e estar em conformidade com ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de ruptura ou deformação permanente tanto nos conectores quanto no desligador automático, perda de vedação ou qualquer tipo de dano aos condutores.

10.3.33 Ensaio de suportabilidade às agressões do ambiente



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos ABNT NBR 16050 ou IEC 60099-4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Quaisquer danos mecânicos visíveis;
- b) Nível de descargas parciais exceder o valor 10 pC;
- c) Reprovação no ensaio de estanqueidade.

10.4 Relatórios de 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.

11 PLANOS DE AMOSTRAGEM

11.1 Ensaios de tipo, projeto e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo, projeto e especiais, deve seguir as orientações da ABNT NBR 16050 e demais normas indicadas.

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

11.2 Ensaios de recebimento

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.

11.2.1 Inspeção visual

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

11.2.2 Ensaio de descargas parciais e estanqueidade

O plano de amostragem para ensaio de descargas parciais e estanqueidade deverá ser 5 (cinco) unidades para cada lote de 200 peças.

11.2.3 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 3.200 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 280, 500 e 1.200 unidades.

12 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

12.1 Ensaios de tipo, projeto e especiais

Os ensaios de tipo, projeto e especiais, 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, os materiais não serão aceitos.

12.2 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 3;
- 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.

13 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

14 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/04/2021	0.0	<ul style="list-style-type: none">1ª edição.
01/01/2024	3.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão geral.

15 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/04/2024 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

16 TABELAS

TABELA 1 - Características nominais dos para-raios de distribuição de distribuição



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tensão nominal	Máxima tensão do sistema	Tensão nominal eficaz	Máxima tensão de operação contínua (MCOV)	Corrente de descarga nominal	Invólucro		
						Tensão suportável a 60 Hz durante 1 minuto - mínimo	Tensão suportável de impulso atmosférico, valor de crista	Distância de escoamento mínima entre os terminais de linha e aterramento
	(kV)	(kV)	(kV)	(kV)	(kA)	(kV _{ef})	(kV)	(mm/kV)
690887	69,0	72,5	60,0	48,0	10,0	140,0	280	25,0
690888	88,0	94,0	72,0	57,0		150,0	380	
690889	138,0	145,0	120,0	96,0		230,0	560	

TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de recebimento

Tamanho do Lote	<ul style="list-style-type: none"> Verificação dimensional. 				<ul style="list-style-type: none"> Medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua; Medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua; Medição da tensão de referência; Tensão residual a impulso atmosférico; Verificação da estabilidade térmica. 				<ul style="list-style-type: none"> Espessura da camada de revestimento; Verificação do torque dos terminais. 		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S4 NQA 2,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 4,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
Até 90	-	3	0	1	-	5	0	1	3	0	1
91 a 150	1 ^a	8	0	2	-	5	0	1	3	0	1
	2 ^a		1	2							
151 a 280	1 ^a	8	0	2	1 ^a	13	0	2	13	1	2
	2 ^a		1	2	2 ^a		1	2			
281 a 500	1 ^a	13	0	3	1 ^a	13	0	2	13	1	2
	2 ^a		3	4	2 ^a		1	2			

TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de recebimento - Continuação

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> Verificação dimensional. 				<ul style="list-style-type: none"> Medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua; Medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua; Medição da tensão de referência; Tensão residual a impulso atmosférico; Verificação da estabilidade térmica. 				<ul style="list-style-type: none"> Espessura da camada de revestimento; Verificação do torque dos terminais. 		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S4 NQA 2,5 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 4,0 %		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
501 a 1.200	1 ^a	20	1	4	1 ^a	13	0	2	13	1	2
	2 ^a		4	5	2 ^a		1	2			
1.201 a 3.200	1 ^a	32	2	5	1 ^a	20	0	3	20	2	3
	2 ^a		6	7	2 ^a		3	4			

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo dos ensaios
10.3.1	Inspeção visual	RE
10.3.2	Verificação dimensional	RE
10.3.3	Ensaio de espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)	P
10.3.4	Ensaio de medição do tempo de indução oxidativa (OIT) e da temperatura de fusão	P
10.3.5	Ensaio de rigidez dielétrica	P
10.3.6	Ensaio de termogravimétrica (TGA)	P
10.3.7	Ensaio de envelhecimento acelerado	P
10.3.8	Ensaio de flamabilidade	P
10.3.9	Ensaio de trilhamento e erosão	P
10.3.10	Ensaio de verificação da aderência	P
10.3.11	Ensaio de dureza	P
10.3.12	Ensaio de líquido penetrante	P
10.3.13	Ensaio de verificação da resistência a ataques químicos	P
10.3.14	Ensaio de medição da tensão de referência	T / RE / E
10.3.15	Ensaio de tensão suportável de impulso atmosférico	T / E
10.3.16	Ensaio de tensão suportável à frequência industrial	T / E
10.3.17	Ensaio de tensão residual	T / E
10.3.18	Ensaio de corrente suportável de impulso de longa duração	T / E
10.3.19	Ensaio de ciclo de operação	T / E
10.3.20	Característica da tensão suportável à frequência industrial por tempo	T / E
10.3.21	Ensaio do desligador automático	T / E
10.3.22	Ensaio de curto-circuito	T / E
10.3.23	Ensaio de estanqueidade	T / RE / E
10.3.24	Ensaio de envelhecimento sob tensão de operação simulando condições ambientais	T / E
10.3.25	Ensaio de descargas parciais	T / RE / E
10.3.26	Ensaio de tensão residual a impulso atmosférico	RE / E
10.3.27	Ensaio de medição da corrente de fuga total na tensão de operação contínua	RE / E

TABELA 3 - Relação dos ensaios - Continuação

Item	Descrição dos ensaios	Tipo dos ensaios
10.3.28	Ensaio de medição da componente resistiva da corrente de fuga medida na tensão de operação contínua	RE / E
10.3.29	Ensaio de verificação da estabilidade térmica	RE / E
10.3.30	Ensaio de momento fletor	RE / E
10.3.31	Ensaio de verificação do torque nos terminais	RE / E
10.3.32	Ensaio de verificação da espessura da camada de revestimento	RE / E
10.3.33	Ensaio de suportabilidade às agressões do ambiente	E

Legenda:

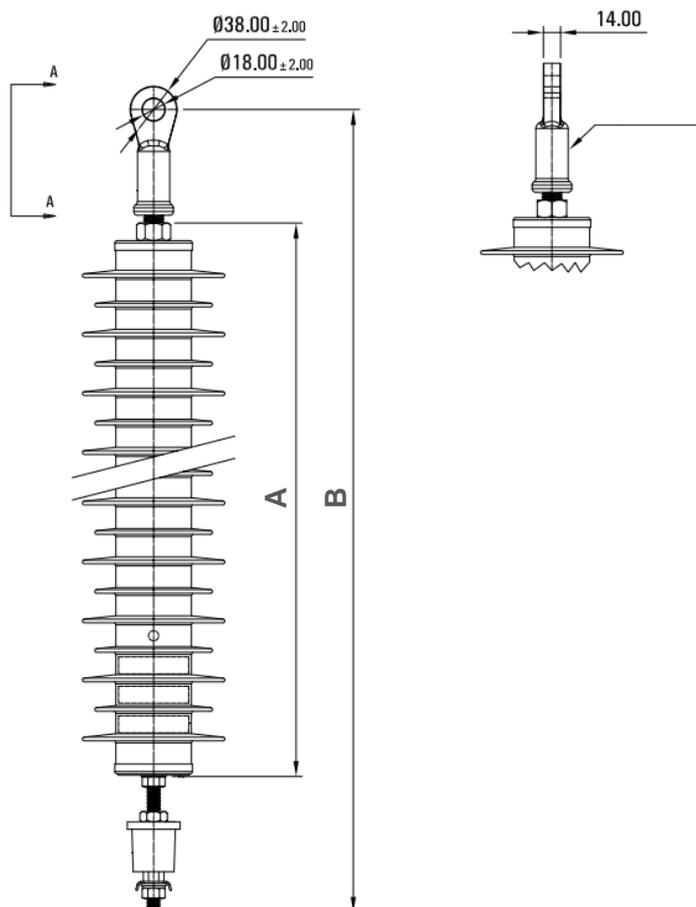
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

17 DESENHOS

DESENHO 1 - Característica dimensionais dos para-raios de distribuição



NOTA:

- I. Pequenas variações de forma nas partes não cotadas são admissíveis, desde que mantidas as características eletromecânicas.

Código Energisa	Tensão nominal	Classe de tensão	Corrente de descarga nominal	Distância de escoamento (mínimo)	Dimensões	
					A (± 10)	B (± 10)
	(kV)	(kA)	(mm)	(mm)		
690887	69,0	72,5	10,0	1.815	660	715
690888	88,0	94,0		2.250	750	805
690889	138,0	145,0		3.625	1.120	1.200

18 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

PARA-RAIOS DE DISTRIBUIÇÃO DE 72,5 KV A 145 KV

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número da proposta:

Item	Descrição	Características / Unidade
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Classe de descarga de linha de transmissão:	
4	Nível de tensão:	
4.1	a) Tensão nominal (U_n):	kV
4.2	b) Tensão de operação contínua (U_c):	kV
4.3	c) Tensão residual máxima (valor de pico) para:	
4.3.1	• Impulso atmosférico	kV
4.3.2	• Impulso de corrente íngreme	kV
4.4	d) Faixa de tensão de referência/corrente de referência à ____ kV:	mA
5	Frequência nominal:	Hz
6	Nível de corrente:	
6.1	a) Corrente nominal de descarga com onda 8/20 μ s:	kA
6.2	b) Corrente suportável de impulso de longa duração simulando descarga:	kA
6.3	c) Corrente de fuga total na tensão de operação contínua:	mA
6.4	d) Corrente suportável de descarga:	
6.4.1	• Alta intensidade e curta duração	kAcr
6.4.2	• Baixa intensidade e longa duração	Acr

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

Item	Descrição	Características / Unidade
7	Nível máximo de descargas parciais:	pC
8	Característica tempo x sobretensão de 60 Hz:	
9	Capacidade de absorção de energia:	
9.1	a) Onda 1.000 µs	kJ/kV de Uc
9.2	b) Onda 2.000 µs	kJ/kV de Uc
10	Terminais de linha e aterramento:	
10.1	a) Terminais de linha:	
10.1.1	• Tipo de terminal, acabamento e material utilizado:	
10.1.2	• Faixa de seção dos condutores aplicáveis	mm ²
10.1.3	• Torque máximo aplicável:	daN.m
10.1.4	• Dimensionais:	mm
10.2	b) Terminais de aterramento:	
10.2.1	• Tipo de terminal, acabamento e material utilizado	
10.2.2	• Faixa de seção dos condutores aplicáveis	mm ²
10.2.3	• Torque máximo aplicável	daN.m
10.2.4	• Dimensionais:	mm
11	Desligador automático:	
11.1	a) Descrever aspectos construtivos:	
11.2	b) Característica tempo x corrente de defeito:	
11.3	c) Dimensões (diâmetro / altura):	mm
12	Bloco de varistores:	
12.1	a) Marca e modelo:	
12.2	b) Norma de referência:	
12.3	c) Dimensões (diâmetro / altura):	mm
13	Revestimento isolante:	
13.1	a) Material:	
13.2	b) Acabamento:	

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

Item	Descrição	Características / Unidade
13.3	c) Dimensões:	
13.3.1	• Espessura do revestimento do corpo:	mm
13.3.2	• Quantidade de saia:	
13.3.3	• Diâmetro das saias:	Mm
13.3.4	• Distância de escamento:	Mm
14	Momento fletor máximo de engastamento:	N.m
15	Descrição do processo de selagem utilizado	
16	Acondicionamento:	
16.1	a) Tipo de embalagem:	
16.2	b) Quantidade por embalagem:	
16.3	c) Peso total da embalagem:	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.

