

*Conector terminal bimetálico à
compressão tipo pino para redes de
distribuição até 1,0 kV*

ESA | DENG | NRM-1263 | 2025

Especificação Técnica Unificada

ETU - 191.1

Versão 1.0 - Agosto / 2025



Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de conector terminal (CTR), modelo à compressão (CPR), tipo pino, confeccionado em materiais bimetálicos, aplicáveis aos condutores de liga de alumínio em linhas e redes de distribuição secundária, em classe de tensão até 1,0 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

Cópias ou impressões parciais ou totais deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 1.0, datada de agosto de 2025.

Cataguases - MG., Agosto de 2025.

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-191.1 (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

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Rodolfo Acialdi Pinheiro

Energisa Minas-Rio (EMR)

Fabio Lancelotti

Energisa Paraíba (EPB)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

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	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA.....	11
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES.....	16
5.1	CONECTOR.....	16
5.1.1	Conector terminal (CTL).....	16
5.1.2	Conector à compressão.....	17
5.1.3	Conector pino.....	17
5.1.4	Conector de tração reduzida.....	17
5.1.5	Conector resistente ao ambiente.....	17
5.1.6	Composto antioxidante.....	17
5.2	CONDUTOR PRINCIPAL.....	17
5.3	DUREZA.....	17
5.4	EXTRUSÃO.....	17
5.5	REDES E LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO.....	18
5.6	RESISTIVIDADE.....	18
5.7	TÊMPERA.....	18
5.8	ENSAIOS DE RECEBIMENTO.....	18
5.9	ENSAIOS DE TIPO.....	18
5.10	ENSAIOS ESPECIAIS.....	19
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	19
7	CONDIÇÕES GERAIS.....	19
7.1	CONDIÇÕES DE SERVIÇO.....	19
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA.....	20
7.3	ACONDICIONAMENTO.....	21
7.4	MEIO AMBIENTE.....	22
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL.....	23
7.6	GARANTIA.....	23
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA.....	24
7.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	24
7.9	AValiação TÉCNICA DO MATERIAL.....	25

8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	26
8.1	MATERIAL	27
8.1.1	Pino	27
8.1.2	Barril a compressão.....	28
8.1.3	Composto anti-óxido.....	28
8.2	CARACTERÍSTICA DIMENSIONAL	29
8.3	ACABAMENTO	29
8.4	IDENTIFICAÇÃO	30
8.5	CARACTERÍSTICA MECÂNICA	30
8.6	CARACTERÍSTICA ELÉTRICA.....	30
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	31
9.1	GENERALIDADES.....	31
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	34
9.2.1	Ensaio de tipo (T)	34
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	35
9.2.3	Ensaio especiais (E).....	35
9.3	DESCRIBÇÃO DOS ENSAIOS.....	36
9.3.1	Inspeção geral	36
9.3.2	Verificação dimensional.....	37
9.3.3	Ensaio de determinação da composição química.....	37
9.3.3.1	Liga de alumínio	37
9.3.3.2	Liga de cobre.....	37
9.3.4	Ensaio de condutividade da liga metálica	38
9.3.4.1	Liga de alumínio	38
9.3.4.2	Liga de cobre.....	38
9.3.5	Ensaio de medição da resistência elétrica	38
9.3.6	Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos.....	39
9.3.7	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina	39
9.3.8	Ensaio de aquecimento.....	39
9.3.9	Ensaio mecânicos	39
9.3.9.1	Ensaio de resistência à tração	40
9.3.9.2	Ensaio de dureza em conectores de compressão	40
9.3.9.3	Ensaio operacional	40
9.3.10	Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento	40
9.3.10.1	Camada de estanho	41
9.3.10.2	Camada de prata	41
9.3.11	Ensaio do composto anti-óxido.....	41
9.3.11.1	Ensaio de ponto de gota.....	41
9.3.11.2	Ensaio de ponto de fulgor	41
9.3.11.3	Ensaio de penetração	42
9.3.12	Ensaio de partículas magnéticas.....	42

9.3.13	Ensaio de radiografias por raios X	42
9.3.14	Ensaio de líquidos penetrantes	42
9.3.15	Ensaio de ultrassom.....	43
9.3.16	Ensaio de corrosão por exposição à dióxido de enxofre.....	43
9.3.17	Ensaio de curto-circuito.....	43
9.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS.....	43
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM	45
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	45
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	45
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	45
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	45
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	46
12	NOTAS COMPLEMENTARES	46
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	47
14	VIGÊNCIA.....	47
15	TABELAS.....	48
	TABELA 1 - Característica técnica do conector terminal bimetálico à compressão tipo pino	48
	TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento.....	50
	TABELA 3 - Relação de ensaios	52
16	DESENHOS	53
	DESENHO 1 - Característica dimensional do conector terminal bimetálico à compressão tipo pino.....	53
17	ANEXOS.....	54
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	54
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	56

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Conector Terminal (CTR), modelo à compressão (CPR), tipo pino, confeccionado em materiais bimetálicos, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das conexões da estrutura dos postos de transformação de distribuição, em linhas e redes de distribuição secundárias, em classe de tensão até 1,0 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

- I. Este material tem seu uso proibido em linhas e redes de distribuição em alta e média tensão (LDAT/LDMT) e subestação de distribuição (SED).

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete às 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 (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para condutores elétricos em sistemas de potência

- ABNT NBR 11788, Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência
- ANSI C119.4, American National Standard for Electric Connectors - Connectors for use between aluminum-to-aluminum and aluminum-to-copper conductors designed for normal operation at or below 93 °C and copper-to-copper conductors designed for normal operation at or below 100 °C
- IEC 61238-1-1, Compression and mechanical connectors for power cables - Part 1-1: Test methods and requirements for compression and mechanical connectors for power cables for rated voltages up to 1 kV ($U_m = 1,2 \text{ kV}$) tested on non-insulated conductors

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os conectores terminais devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as Normas Técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentos federais

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

- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- 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 Norma técnica brasileira

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5474, Conector elétrico
- ABNT NBR 6002, Ensaios não destrutivos - Ultrassom - Detecção de descontinuidades em chapas metálicas
- ABNT NBR 6564, Graxa lubrificante - Determinação do ponto de gota
- ABNT NBR 8096, Material metálico revestido e não-revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio
- ABNT NBR 9326, Conectores para cabos de potência - Ensaios de ciclos térmicos e curtos-circuitos
- ABNT NBR 11341, Derivados de petróleo - Determinação dos pontos de fulgor e de combustão em vaso aberto Cleveland
- ABNT NBR 11345, Graxa lubrificante - Determinação da consistência pela penetração do cone
- ABNT NBR 14070, Alumínio e suas ligas - Métodos de análises químicas
- ABNT NBR 15817, Ensaios não destrutivos - Radiografia em fundidos - Detecção de descontinuidades
- ABNT NBR 17088, Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio

- ABNT NBR ISO 209, Alumínio e suas ligas - Composição química
- ABNT NBR ISO 2107, Alumínio e suas ligas - Produtos trabalháveis - Designações das têmperas
- ABNT NBR ISO 6506-1, Materiais metálicos - Ensaio de dureza Brinell - Parte 1: Método de ensaio
- ABNT NBR NM 334, Ensaaios não destrutivos - Líquidos penetrantes - Detecção de descontinuidades
- ABNT NBR NM 342, Ensaaios não destrutivos - Partículas magnéticas - Detecção de descontinuidades

4.3 Norma técnica internacional

- ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
- ASTM B193, Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
- ASTM B209/B209M, Standard specification for aluminum and aluminum-alloy sheet and plate
- ASTM B210/B210M, Standard specification for aluminum and aluminum-alloy drawn seamless tubes
- ASTM B545, Standard specification for electrodeposited coatings of tin
- ASTM B700, Standard specification for electrodeposited coatings of silver for engineering use
- ASTM D92, Standard test method for flash and fire points by cleveland open cup tester
- ASTM D217, Standard test methods for cone penetration of lubricating grease

- 
- ASTM D2265, Standard test method for dropping point of lubricating grease over wide temperature range
 - ASTM E114, Standard practice for ultrasonic pulse-echo straight-beam contact testing
 - ASTM E165/E165M, Standard practice for liquid penetrant testing for general industry
 - ASTM E446, Standard reference radiographs for steel castings up to 2 in. (50.8 mm) in thickness
 - ASTM E478, Standard test methods for chemical analysis of copper alloys
 - ASTM E709, Standard guide for magnetic particle testing
 - ASTM E1004, Standard test method for determining electrical conductivity using the electromagnetic (eddy current) method
 - ASTM E3061, Standard test method for analysis of aluminum and aluminum alloys by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (performance based method)
 - ASTM G87, Standard practice for conducting moist SO2 tests
 - 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 TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
 - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
 - ISO 209, Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition
 - ISO 1811-2, Copper and copper alloys - Selection and preparation of samples for chemical analysis - Part 2: Sampling of wrought products and castings
 - ISO 2093, Electroplated coatings of tin - Specification and test methods
 - ISO 2107, Aluminium and aluminium alloys - Wrought products - Temper designations
 - ISO 2137, Petroleum products and lubricants - Determination of cone penetration of lubricating greases and petrolatum
 - ISO 2176, Petroleum products - Lubricating grease - Determination of dropping point
 - ISO 2592, Petroleum and related products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method
 - ISO 3452-2, Non-destructive testing - Penetrant testing - Part 2: Testing of penetrant materials
 - ISO 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods
 - ISO 5579, Non-destructive testing - Radiographic testing of metallic materials using film and X- or gamma rays - Basic rules
 - ISO 6506-1, Metallic materials - Brinell hardness test - Part 1: Test method
 - ISO 9227, Corrosion tests in artificial atmospheres - Salt spray tests

- ISO 9934-2, Non-destructive testing - Magnetic particle testing - Part 2: Detection media
- ISO 16827, Non-destructive testing - Ultrasonic testing - Characterization and sizing of discontinuities
- ISO 22479, Corrosion of metals and alloys - Sulfur dioxide test in a humid atmosphere (fixed gas method)

NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) 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, serão considerados como incluídos aqui e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que assegurem uma qualidade igual ou superior à das 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
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IACS - International Annealed Copper Standard
- 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 5370, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 5474, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Conector

Dispositivo eletromecânico que faz ligação elétrica de condutores, entre si e/ou a uma parte condutora de um equipamento, transmitindo ou não força mecânica e conduzindo corrente elétrica.

5.1.1 Conector terminal (CTL)

Conector que se fixa na extremidade de um fio ou cabo, para fazer a ligação deste a um terminal de equipamento ou a um outro condutor.

Pode ser adotado a terminologia de terminal.

5.1.2 Conector à compressão

Conector que se fixa ao condutor por deformação plástica de ambos, resultante de pressão por ferramenta especial.

5.1.3 Conector pino

Conector de adaptação que liga a extremidade de um cabo à extremidade de terminal de aperto de equipamentos.

5.1.4 Conector de tração reduzida

Conector que transmite forças mecânicas reduzidas em relação às forças de ruptura dos condutores que interliga.

5.1.5 Conector resistente ao ambiente

Conector dotado de proteção especial contra meio ambiente agressivo.

5.1.6 Composto antioxidante

Composto pastoso, contendo elementos sólidos (em pó), utilizado para prevenir a corrosão galvânica e melhorar as características elétricas das conexões.

5.2 Condutor principal

Condutor elétrico contínuo do qual outros condutores podem ser derivados.

5.3 Dureza

Propriedade característica de um material sólido, que expressa sua resistência a deformações permanentes e está diretamente relacionada com a força de ligação dos átomos.

5.4 Extrusão



Processo de transformação termomecânica, no qual um tarugo de metal é reduzido em sua seção transversal quando forçado a fluir através de um orifício de uma matriz, sob efeito de altas pressões e temperaturas.

5.5 Redes e linhas de distribuição

Conjunto de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos elétricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para a distribuição da energia elétrica, operando em baixa, média ou alta tensão de distribuição.

5.6 Resistividade

Fator de resistência de um condutor que depende de suas características físicas.

5.7 Têmpera

Estado que adquire o material pela ação das deformações plásticas a frio ou a quente, por tratamentos térmicos ou pela combinação de ambos, dando ao produto estrutura e propriedades características.

5.8 Ensaio de recebimento

Os ensaios de recebimento têm como objetivo verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Esses ensaios devem ser realizados em uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que tenha sido previamente submetido aos ensaios de rotina.

5.9 Ensaio de tipo

Os ensaios de tipo têm como objetivo verificar as principais características de um material que dependem do seu projeto.



Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.10 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são 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 através do Web Supply é mandatário para todos os fornecedores do Grupo Energisa. É responsabilidade do fornecedor manter este cadastro atualizado.

A homologação técnica é realizada conforme os níveis de complexidade das categorias de materiais envolvidos, conforme detalhado no nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições de serviço

Os conectores terminais 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 conectores terminais ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

7.2 Linguagens e unidades de medida

O sistema métrico de unidades deve ser utilizado como referência nas descrições técnicas, especificações, desenhos e em quaisquer outros documentos. Qualquer valor apresentado em outras unidades de medida, por conveniência, deve também ser expresso no sistema métrico.

Todas as instruções, relatórios de ensaios técnicos, desenhos, legendas, manuais técnicos etc., fornecidos pelo fabricante, bem como as placas de identificação, devem estar redigidos em português. No caso de equipamentos importados, deve ser fornecida uma versão em português e outra no idioma de origem.

NOTA:

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

7.3 Acondicionamento

Os conectores terminais devem ser embalados individualmente, em sacos ou cápsulas de material termoplástico transparente (polietileno) lacrados, contendo externamente, de forma legível e indelével, as seguintes indicações:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Seção (em mm²) ou bitola (AWG/MCM) do maior e do menor condutor a que se aplica;
- c) Índice da matriz aplicável e número de pressões com indicação das partes a serem comprimidas;
- d) Data de fabricação (MM/AAAA).

Os sacos plásticos contendo os conectores terminais devem ser acondicionadas em contêiner apropriado (caixa para transporte), com no máximo 100 (cem) unidades e massa brutas não superiores a 25 (vinte e cinco) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;
- b) A embalagem deve ser projetada de modo a manter peso e dimensões dentro de limites razoáveis, facilitando o manuseio, armazenamento e transporte. As embalagens devem permitir o uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
- c) O material em contato com os conectores terminais não deverá:
 - 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/normas-tecnicas>

NOTA:

VII. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

7.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos conectores terminais, 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 conectores terminais, 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.



Não é permitido o uso de amianto ou asbesto, bifenilas policloradas (PCB), poluentes orgânicos persistentes (POPs) conforme o Decreto Legislativo Nº 204 de 2004, e benzeno conforme a Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004, na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa. As substâncias consideradas perigosas não podem ser utilizadas em concentrações acima do recomendado, de acordo com a diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas devem estar em conformidade com os padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

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).

7.5 Expectativa de vida útil

Os conectores terminais devem ter uma expectativa de vida útil mínima de 15 (quinze) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecido.

NOTA:

- VIII. 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 estar de acordo com o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Se os materiais apresentarem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve ser estabelecido para todo o lote em questão. Durante esse período, as despesas com mão de obra relacionadas à retirada e instalação de equipamentos comprovadamente defeituosos de fabricação, bem como o transporte desses entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, serão de responsabilidade do último.

7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

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

- a) Devem ser provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Devem ser novos, com um período máximo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de fabricação. Não serão aceitos, em hipótese alguma, materiais usados e/ou recuperados;
- c) Deve ser fornecida a (s) nota (s) fiscal (is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

- IX. A critério da Energisa, os conectores terminais poderão ser submetidos a ensaios em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, com o objetivo de comprovar os resultados dos testes, conforme os valores exigidos nesta Especificação Técnica.
- X. A relação dos fabricantes homologados de conectores terminais pode ser consultada no site da Energisa, por meio do link abaixo:

<https://www.grupoenergisa.com.br/fornecedores>

7.8 Manual de instruções



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

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

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

7.9 Avaliação técnica do material

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

- a) Catálogos e outras informações pertinentes;
- b) Desenho técnicos detalhado;
- c) Quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1.

Ademais, o fornecedor deve providenciar uma cópia, em língua portuguesa, com as medidas expressas no sistema métrico decimal, dos desenhos relacionados a seguir:

- a) Tipo e código do fabricante;
- b) Desenhos dimensionais do material com vistas frontal, lateral e superior, com legenda e código, a função e descrição dos componentes;
- c) Desenhos detalhados da identificação;

- d) Cópia dos manuais de instrução, cobrindo instalação e manutenção do equipamento.

Quando os conectores terminais 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.

NOTA:

- XI. Quando solicitada a aprovação dos desvios, estes deverão estar claramente identificados e tratados como tal, tanto no texto quanto nos desenhos.
- XII. As empresas distribuidoras do Grupo Energisa não se responsabilizam pela fabricação de equipamentos em desacordo com a presente especificação técnica.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os conectores terminais devem:

- a) Ser fabricados com materiais que suportem as condições elétricas, mecânicas, químicas e térmicas a que serão submetidos em uso;
- b) Ser projetados e fabricados de modo que, quando submetidos à compressão com ferramentas e matrizes circunferenciais, ovais ou hexagonais apropriadas ao conector;

NOTA:

- XIII. A compressão resultante seja uniforme, de maneira a não danificar o encordoamento dos condutores e a impossibilitar a penetração de água ou umidade.
- c) Suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957;
- d) Ser classificados como:

- Conector de tração mínima, conforme ABNT NBR 5370; ou
- Classe 3, conforme ANSI C119.4; ou
- Classe A e Classe 2, conforme IEC 61238-1-1.

Os conectores terminais são divididos conforme Figura 1.



Figura 1 - Conector terminal a compressão tipo cabo-barra.

Legenda:

- ① Pino: Liga de cobre maciço ② Barril à compressão: liga de alumínio

Cada conector terminal deve ter a extremidade selada com elemento apropriado de modo a reter o composto anti-óxido.

8.1 Material

8.1.1 Pino

A parte do pino do conector terminal deve ser confeccionado em liga de cobre eletrolítico, tipo maciço, com teor mínimo de 90 % de cobre e com teor máximo de zinco de 5,0 %, conforme a ASTM E478 ou ISO 1811-2, e com as características especificadas de:

- Limite mínimo de resistência à tração: 200 MPa;
- Limite mínimo de escoamento: 90 MPa;

- Alongamento mínimo (corpo de prova 50 mm) - 38 %;
- Condutividade elétrica mínima a 20 °C: 27 % IACS;

O pino do conector terminal deve ser revestido, por imersão a quente, em:

- Estanho, com camada de espessura mínima de 8,0 µm individualmente, e 12 µm para a média da amostra do lote inspecionado; ou
- Prata, com camada de espessura mínima de 2,0 µm.

8.1.2 Barril a compressão

O barril ou corpo do conector terminal deve ser de elementos extrudados, confeccionados em liga de alumínio, conforme a ABNT NBR ISO 209 ou ISO 209 ou ASTM B210/B210M, com pureza mínima de 99 %, tempera Ho, conforme ABNT NBR ISO 2107 ou ISO 2107 ou ASTM B209/B209M, e com as características especificadas de:

- Limite mínimo de resistência à tração: 76 MPa;
- Limite mínimo de escoamento: 24 MPa;
- Alongamento mínimo (c.p. 50 mm): 25 %;
- Condutividade elétrica mínima a 20 °C: 57 % IACS;
- Dureza Brinell: Entre 20 e 30.

8.1.3 Composto anti-óxido

O composto anti-óxido deve atender às seguintes características:

- a) Ser insolúvel em água, não tóxico, quimicamente neutro em relação aos materiais em contato e resistente à atmosfera industrial e marítima;
- b) Suportar, sem alterar suas características, ao ensaio de ciclos térmicos;

- c) Ter ponto de gota mínimo de: 170 °C, conforme ABNT NBR 6564 ou ASTM D2265 ou ISO 2176;
- d) Manter suas propriedades em temperatura de até: - 5 °C;
- e) Ter ponto de fulgor superior a: 200 °C, conforme ABNT NBR 11341 ou ASTM D92 ou ISO 2592;
- f) Ter grau de penetração: 290, conforme ABNT NBR 11345 ou ASTM D217 ou ISO 2137;
- g) Ser bom condutor elétrico;
- h) Ter um teor de pó de zinco em suspensão variando entre 16 % e 40 %, desde que atendidas todas as exigências relacionadas nas alíneas de anteriores e com granulometria entre 80 e 150 µm.

8.2 Característica dimensional

Os conectores terminais devem possuir formato e dimensões conforme o Desenho 1 e Tabela 1.

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

8.3 Acabamento

A superfície do conector terminal deve ser livre de fissuras, asperezas, estrias, inclusões, arestas vivas, partes pontiagudas, reentrâncias, saliências, ou quaisquer irregularidades que possam, durante a instalação ou com o passar do tempo, favorecer o acúmulo de pó, sujeira, umidade ou rebarbas, as quais possam comprometer o desempenho do conector ou danificar os condutores durante a aplicação.

As bordas dos conectores terminais não devem apresentar arestas vivas que possam prejudicar a integridade do cabo.

8.4 Identificação

O conector terminal deve ter gravado em seu corpo, de forma legível e indelével, contendo no mínimo:

- a) Marca ou nome do fabricante;
- b) Referência do fabricante;
- c) Bitola nominal (AWG/MCM), diâmetro nominal (mm^2) ou seção nominal (mm), do menor e maior cabo aplicável;
- d) Índice da matriz aplicável e demarcação das faixas de compressão;
- e) Data de fabricação (MM/AAAA), opcional.

8.5 Característica mecânica

Os conectores terminais, quando instalados corretamente, não devem permitir o escorregamento dos condutores nem sofrer qualquer deformação permanente ou ruptura, mesmo quando os condutores forem tracionados com os valores mínimos de tensão especificados:

- a) Até 10 mm^2 : 450 N;
- b) Acima 10 mm^2 : 900 N.

8.6 Característica elétrica

O conector terminal, quando instalado corretamente, deve suportar:

- a) Ampacidade (mín.) mínima: Conforme a Tabela 1;
- b) Corrente suportável de curto-circuito de:
 - Seção útil efetiva até 300 mm^2 (este incluso): 100 A/mm^2 ou 10 kA;
 - Seção útil efetiva superior 300 mm^2 : 30 kA.

- 
- c) Elevação de temperatura (mínima): 120 % da temperatura suportável do maior condutor de derivação a que se aplica;
 - d) Resistência elétrica (máximo): 110 % da resistência elétrica do maior condutor de derivação a que se aplica.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos à inspeção e ensaios em fábrica, conforme a esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa. O fornecedor deve comunicar à Energisa as datas em que os lotes estarão prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência mínima de:
 - 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 momento que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais estiverem sendo fabricados, fornecendo as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor pode exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar seu Plano de Inspeção e Testes (PIT) para aprovação da Energisa. O PIT deve indicar os requisitos de controle de qualidade para matérias-primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, além de uma descrição sucinta dos ensaios (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).

- 
- d) O fornecedor deve apresentar juntamente com o pedido de inspeção a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
 - e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares aos especificados, podem ser aceitos se realizados em laboratórios oficialmente reconhecidos, com validade máxima de 5 (cinco) anos, e se a Energisa considerar que tais dados comprovam que os materiais propostos atendem ao especificado. Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, indicando claramente as datas de execução. 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 só será válida por escrito.
 - f) O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, a aprovação prévia pela Energisa é necessária.
 - g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos, 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. Na ocasião da inspeção, devem estar dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.

- 
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa 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 conforme a os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa sobre a qualidade do material e/ou da fabricação. Em tais casos, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de 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 assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.
- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios 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:

- XIV. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa do Brasil para se comunicarem com os representantes da Energisa durante as inspeções, em qualquer época e no local designado.

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)



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

- a) Ensaio de determinação da composição química, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de condutividade da liga metálica, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de medição da resistência elétrica, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaios de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.7.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção geral, conforme item 9.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de determinação da composição química, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de condutividade da liga metálica, conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de medição da resistência elétrica, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de aquecimento, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaios mecânicos, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaio do composto anti-óxido, conforme item 9.3.11.

9.2.3 Ensaio especiais (E)

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

- a) Ensaio de determinação da composição química, conforme item 9.3.3;

- 
- b) Ensaio de condutividade da liga metálica, conforme item 9.3.4;
 - c) Ensaio de medição da resistência elétrica, conforme item 9.3.5;
 - d) Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos, conforme item 9.3.6;
 - e) Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.7;
 - f) Ensaio de aquecimento, conforme item 9.3.8;
 - g) Ensaio mecânicos, conforme item 9.3.9;
 - h) Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento, conforme item 9.3.10;
 - i) Ensaio do composto anti-óxido, conforme item 9.3.11;
 - j) Ensaio de partículas magnéticas, conforme item 9.3.12;
 - k) Ensaio de radiografias por raios X, conforme item 9.3.13;
 - l) Ensaio de líquidos penetrantes, conforme item 9.3.14;
 - m) Ensaio de ultrassom, conforme item 9.3.15;
 - n) Ensaio de corrosão por exposição à dióxido de enxofre, conforme item 9.3.16;
 - o) Ensaio de curto-circuito, conforme item 9.3.17.

9.3 Descrição dos ensaios

9.3.1 Inspeção geral

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

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

d) Presença do composto anti-óxido.

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

9.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais do conector terminal, conforme Desenho 1 e Tabela 1.

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

NOTA:

XV. Admite-se uma tolerância de $\pm 2,0\%$ nas cotas não apresentadas.

9.3.3 Ensaio de determinação da composição química

Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.3.1 Liga de alumínio

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 14070 ou ASTM E3061.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Ligas de alumínio de qualidade inferior ao especificado no item 8.1.2;
- Valores medidos de cobre superiores à 4,9 %.

9.3.3.2 Liga de cobre

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM E478 ou ISO 1811-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de percentual de:

- Cobre: teor mínimo de 90 %;
- Zinco: teor máximo de 5,0 %;
- Alumínio: teor máximo de 0,2 %;
- Ligas de cobre de qualidade inferior ao especificado no item 8.1.1.

9.3.4 Ensaio de condutividade da liga metálica

9.3.4.1 Liga de alumínio

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM E1004.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de condutividade mínima inferiores aos estabelecidos no item 8.1.2.

9.3.4.2 Liga de cobre

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM B193.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de condutividade mínima inferiores aos estabelecidos no item 8.1.1.

9.3.5 Ensaio de medição da resistência elétrica

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5370 ou ABNT NBR 11788 ou ANSI C119.4 ou IEC 61238-1-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica superiores aos estabelecidos no item 8.6.

NOTA:

- XVI. Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.6 Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 9326 ou IEC 61238-1-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de, após o ensaio:

- Sinais visíveis de aquecimento local ou partes fundidas ou danificadas;
- Não atendimentos dos valores estabelecidos no item 8.6.

9.3.7 Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17088 ou ASTM B117 ou ISO 9227, por período mínimo de 360 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Manchas ou pontos característicos de corrosão visível a olho nu;
- Não atendimento aos valores de temperatura e resistência elétrica forem superiores aos valores encontrados nos ensaios de aquecimento, resistência elétrica e resistência à tração.

9.3.8 Ensaio de aquecimento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5370 ou ABNT NBR 11788 ou ANSI C119.4.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de aquecimento superiores aos estabelecidos no item 8.6.

9.3.9 Ensaios mecânicos

9.3.9.1 Ensaio de resistência à tração

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5370 ou ABNT NBR 11788 ou ANSI C119.4.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de escorregamento do condutor (es), deformação permanente ou ruptura do conector e/ou do (s) condutor (es) no trecho da conexão.

9.3.9.2 Ensaio de dureza em conectores de compressão

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR ISO 6506-1 ou ISO 6506-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de dureza forem inferiores à 20 ou superiores 30.

9.3.9.3 Ensaio operacional

O ensaio consiste em:

- Instalar o conector de acordo com as instruções contidas no manual de operação do fabricante, utilizando a matriz correspondente;
- Após as compressões, deve-se aguardar 5,0 (cinco) minutos para a acomodação das compressões. Em seguida, deve-se limpar qualquer resíduo do composto anti-óxido;
- O barril do conector terminal deve ser cortado transversalmente, resultando em 3,0 (três) partes simétricas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de falha na compressão ou existência de descontinuidade da fusão do material do conector ao condutor.

9.3.10 Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento



Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.10.1 Camada de estanho

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

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos de espessura da camada inferiores aos estabelecidos no item 8.1.1.

9.3.10.2 Camada de prata

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

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos de espessura da camada inferiores aos estabelecidos no item 8.1.1.

9.3.11 Ensaio do composto anti-óxido

Será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.11.1 Ensaio de ponto de gota

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6564 ou ASTM D2265 ou ISO 2176.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de ponto de gota inferiores à 170 °C.

9.3.11.2 Ensaio de ponto de fulgor

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 11341 ou ASTM D92 ou ISO 2592.



Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de ponto de inferiores à 200 °C.

9.3.11.3 Ensaio de penetração

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 11345 ou ASTM D217 ou ISO 2137.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de penetração inferiores à 290.

9.3.12 Ensaio de partículas magnéticas

Este ensaio é exclusivo para terminal barra do conector terminal.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM 342 ou ASTM E709 ou ISO 9934-2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descontinuidades internas ou superficiais por qualquer um dos ensaios.

9.3.13 Ensaio de radiografias por raios X

Este ensaio é exclusivo para terminal barra do conector terminal.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15817 ou ASTM E446 ou ISO 5579.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descontinuidades internas ou superficiais por qualquer um dos ensaios.

9.3.14 Ensaio de líquidos penetrantes

Este ensaio é exclusivo para terminal barra do conector terminal.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM 334 ou ASTM E165/E165M ou ISO 3452-2.



Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descontinuidades internas ou superficiais por qualquer um dos ensaios.

9.3.15 Ensaio de ultrassom

Este ensaio é exclusivo para terminal barra do conector terminal.

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6002 ou ASTM E114 ou ISO 16827.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descontinuidades internas ou superficiais por qualquer um dos ensaios.

9.3.16 Ensaios de corrosão por exposição à dióxido de enxofre

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8096 ou ASTM G87 ou ISO 22479, por período mínimo de 360 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Manchas ou pontos característicos de corrosão visível a olho nu;
- Não atendimento aos valores de temperatura e resistência elétrica forem superiores aos valores encontrados nos ensaios de aquecimento, resistência elétrica e resistência à tração.

9.3.17 Ensaio de curto-circuito

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 61238-1-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de, após o ensaio:

- Sinais visíveis de aquecimento local ou partes fundidas ou danificadas;
- Não atendimentos dos valores estabelecidos no item 8.6.

9.4 Relatórios dos ensaios



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

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;
- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);
- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- n) Condições ambientes do local dos ensaios;
- o) Data de início e de término de cada ensaio;
- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.



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

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais deve seguir as orientações da ABNT NBR 5370 ou ABNT NBR 11788 ou ANSI C119.4 ou IEC 61238-1-1, e demais normas indicadas.

Na ausência de orientações específicas, o ensaio deve ser realizado em 3 (três) amostras.

10.2 Ensaios de recebimento

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

Caso o lote a ser fornecido seja composto por mais de 5.000 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes menores, cada um contendo entre 1.200 e 3.200 unidades.

É importante observar que amostras que tenham sido submetidas a ensaios de recebimento que possam ter afetado suas características elétricas e/ou mecânicas não devem ser utilizadas em serviço.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

11.1 Ensaios de tipo e especiais

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

No caso de ocorrência de uma falha em um dos ensaios, o fabricante pode apresentar uma nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra também apresentar algum resultado insatisfatório, o material não será aceito.

11.2 Ensaios de recebimento

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

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar um relatório indicando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las. Em seguida, o lote será submetido a um novo ensaio, com o mesmo número de amostras conforme especificado na Tabela 2.
- c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

As unidades defeituosas encontradas em amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas unidades. O mesmo procedimento se aplica ao total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

12 NOTAS COMPLEMENTARES

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

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

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

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

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/06/2023	0.0	<ul style="list-style-type: none">1ª Edição
01/08/2025	1.0	<ul style="list-style-type: none">Revisão geral.

14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/12/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

15 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica do conector terminal bimetálico à compressão tipo pino



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Seção do condutor			Índice da matriz (*)	Número da série e matriz (número de compressões)		Ampacidade (mín.)
	Diâmetro nominal	Seção nominal	Bitola		Mecânica	Hidráulica	
	(mm)	(mm ²)	(AWG/MCM)		MD6 / MD7	Y35	
91103	3,50 a 4,80	10	8	161	W161 (2)	U161 (1)	60
91104	4,70 a 5,10	16	6	161	W161 (2)	U161 (1)	80
91105	5,70 a 6,10	25	4	162	W162 (2)	U162 (1)	110
91106	6,70 a 7,20	35	2	163	W163 (2)	U163 (1)	155
91107	8,90 a 9,47	50	1/0	243	W243 (4)	U243 (2)	200
91108	10,60 a 10,70	70	2/0	245	W245 (4)	U245 (2)	230
91109	11,90 a 12,60	95	3/0	247	W247 (4)	U247 (2)	265

TABELA 1 - Característica técnica do conector terminal bimetálico à compressão tipo pino - Continuação

Código Energisa	Seção do condutor			Índice da matriz (*)	Número da série e matriz (número de compressões)		Ampacidade (mín.)
	Diâmetro nominal	Seção nominal	Bitola		Mecânica	Hidráulica	
	(mm)	(mm ²)	(AWG/MCM)		MD6 / MD7	Y35	
91110	12,40 a 13,20	120	4/0	249	-	U249 (2)	305

(*) Padrão Burndy (Hubbell).

NOTAS:

- I. Para os condutores de cobre compactado devem ser utilizados matrizes de compressão hexagonais;

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> Inspeção geral; Verificação dimensional. 				<ul style="list-style-type: none"> Ensaio mecânicos. 				<ul style="list-style-type: none"> Aquecimento; Composição química; Condutividade da liga metálica; Resistência elétrica. 			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 1,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S4 NQA 1,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 1,5 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.			Seq.	Tam.		
2 a 15	-	2	0	1	-	2	0	1	-	2	0	1
16 a 25	-	3	0	1	-	2	0	1	-	2	0	1
26 a 50	-	5	0	1	-	3	0	1	-	2	0	1
51 a 90	-	8	0	1	-	3	0	1	-	3	0	1
91 a 150	-	13	0	1	-	5	0	1	-	3	0	1
151 a 280	1ª	20	0	2	-	8	0	1	-	5	0	1
	2ª		1	2								
281 a 500	1ª	32	0	2	-	8	0	1	-	5	0	1
	2ª		1	2								
501 a 1.200	1ª	50	0	3	-	13	0	1	-	8	0	1
	2ª		3	4								

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento - Continuação

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> Inspeção geral; Verificação dimensional. 				<ul style="list-style-type: none"> Ensaio mecânicos. 				<ul style="list-style-type: none"> Aquecimento; Composição química; Condutividade da liga metálica; Resistência elétrica. 			
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 1,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S4 NQA 1,0 %				Amostragem dupla normal Nível de inspeção S3 NQA 1,5 %			
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.			Seq.	Tam.		
1.201 a 3.200	1 ^a	80	1	4	1 ^a	20	0	2	1 ^a	13	0	2
	2 ^a		4	5	2 ^a		1	2	2 ^a		1	2
3.201 a 5.000	1 ^a	125	2	5	1 ^a	20	0	2	1 ^a	13	0	2
	2 ^a		6	7	2 ^a		1	2	2 ^a		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 do ensaio	Tipo do ensaio
9.3.1	Inspeção geral	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio de determinação da composição química	T / RE / E
9.3.4	Ensaio de condutividade da liga metálica	T / RE / E
9.3.5	Ensaio de medição da resistência elétrica	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos	T / E
9.3.7	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina	T / E
9.3.8	Ensaio de aquecimento	RE / E
9.3.9	Ensaio mecânicos	RE / E
9.3.10	Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento	RE / E
9.3.11	Ensaio do composto anti-óxido	RE / E
9.3.12	Ensaio de partículas magnéticas	E
9.3.13	Ensaio de radiografias por raios X	E
9.3.14	Ensaio de líquidos penetrantes	E
9.3.15	Ensaio de ultrassom	E
9.3.16	Ensaio de corrosão por exposição à dióxido de enxofre	E
9.3.17	Ensaio de curto-circuito	E

Legenda:

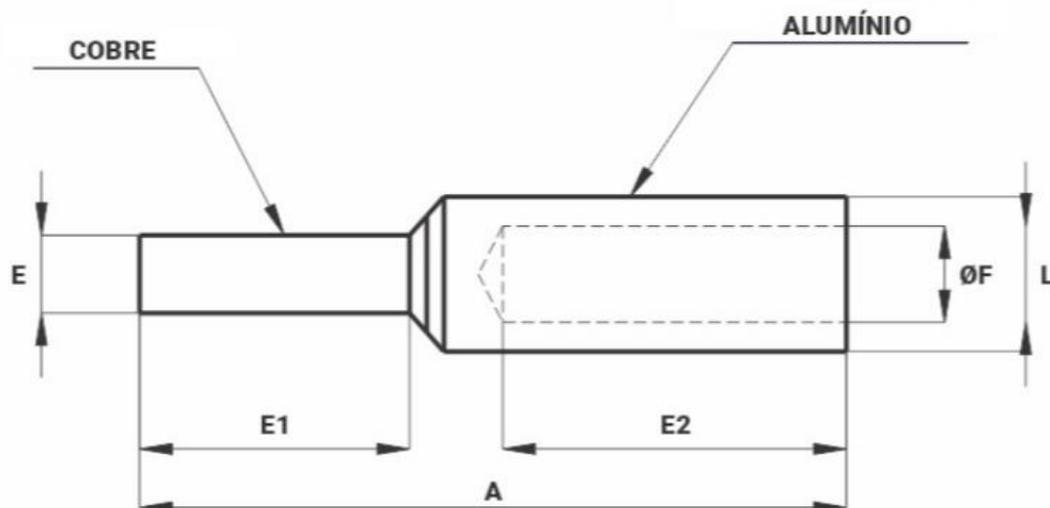
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 DESENHOS

DESENHO 1 - Característica dimensional do conector terminal bimetálico à compressão tipo pino



NOTA:

- I. Pequenas alterações nas dimensões serão aceitas, desde que, previamente aprovados pela Energisa.

Seção do condutor (mm ²)	Dimensões					
	A	E	E1	E2	ØF	L (mín.)
10	57	4,0	25	25	5,0	7,0
16	57	4,0	25	25	5,8	7,8
25	80	5,0	30	42	7,0	9,0
35	80	6,0	30	42	8,5	10,5
50	94	7,0	45	42	10,0	12,0
70	94	8,0	45	42	11,0	13,0
95	94	9,0	45	42	12,7	14,7
120	112	10,0	55	50	15,0	17,0

17 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CONECTOR TERMINAL BIMETÁLICO A COMPRESSÃO

Nome do fabricante:

Nº da licitação:

Nº da proposta:

Item	Descrição	Características / unidades
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Norma de referência (nacional e internacional):	
4	Material:	
4.1	a) Pino do conector:	
4.2	b) Barril do conector:	
4.3	c) Revestimento:	
4.4	d) Composto anti-óxido:	
5	Característica dimensional:	
5.1	a) Conector completo:	mm
5.2	b) Espessura do revestimento:	µm
5.3	c) Massa unitária:	kg
5.4	d) Seção dos condutores aplicáveis	
5.4.1	• Máxima para o principal:	mm ² /AWG/MCM
5.4.2	• Mínima para o principal:	mm ² /AWG/MCM
6	Característica elétrica:	
6.1	a) Corrente mínima suportável:	A
6.2	b) Condutividade mínima da liga metálica a 20 °C:	% IACS

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

Item	Descrição	Características / unidades
6.3	c) Valor máximo da resistência elétrica da conexão:	Ω
6.4	d) Valor máximo de elevação de temperatura:	$^{\circ}\text{C}$
7	Característica mecânica:	
7.1	a) Limite mínimo de resistência à tração:	MPa
7.2	b) Dureza mínima:	
8	Acondicionamento:	
8.1	a) Tipo de embalagem:	
8.2	b) Quantidade por embalagem:	
8.3	c) Massa 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.

