

*Conector terminal tipo cabo-pino à  
compressão para condutor de cobre*

ESA | DENG | NRM-702 | 2024

**Especificação Técnica Unificada**  
ETU - 191.2

Versão 0.0 - Março / 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 conector terminal (CTL), modelo à compressão (CPS), tipo cabo-pino, para cabos de cobre, para sistemas de medição, em classe de tensão até 1,0 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 0.0, datada de Março de 2024.

**Cataguases - MG., Março de 2024.**

**GTD - Gerência Técnica de Distribuição**

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





## Equipe técnica de elaboração da ETU-191.2

**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.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTOS FEDERAIS .....	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS .....	10
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS .....	11
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....	14
5.1	CONECTOR.....	14
5.1.1	Conector terminal ou terminal .....	14
5.1.2	Conector à compressão .....	14
5.1.3	Conector cabo-pino .....	14
5.1.4	Conector resistente ao ambiente .....	14
5.2	COMPOSTO ANTIOXIDANTE.....	15
5.3	CONDUTOR PRINCIPAL (OU TRONCO).....	15
5.4	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	15
5.5	ENSAIOS DE TIPO .....	15
5.6	ENSAIOS ESPECIAIS .....	15
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	16
7	CONDIÇÕES GERAIS .....	16
7.1	CONDIÇÕES DE SERVIÇO .....	16
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....	17
7.3	ACONDICIONAMENTO .....	17
7.4	MEIO AMBIENTE .....	19
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	21
7.6	GARANTIA .....	21
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA.....	22
7.8	MANUAL DE INSTRUÇÕES.....	22
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL .....	23
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	23
8.1	MATERIAL.....	24
8.1.1	Conectores terminais .....	24
8.1.2	Revestimento .....	24
8.1.3	Tubo isolante.....	24
8.1.4	Composto anti-óxido .....	24

8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	25
8.2.1	Conectores terminais .....	25
8.2.2	Tubo isolante.....	26
8.3	ACABAMENTO .....	26
8.3.1	Conectores terminais .....	26
8.3.2	Tubo isolante.....	26
8.4	IDENTIFICAÇÃO .....	26
8.4.1	Conectores terminais .....	26
8.4.2	Tubo isolante.....	27
8.5	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	27
8.6	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS .....	27
8.6.1	Conector terminal.....	27
8.6.2	Tubo isolante.....	27
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	28
9.1	GENERALIDADES.....	28
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	32
9.2.1	Ensaio de tipo (T) .....	32
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE) .....	32
9.2.3	Ensaio especiais (E) .....	33
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	33
9.3.1	Inspeção geral.....	33
9.3.2	Verificação dimensional .....	34
9.3.3	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina .....	34
9.3.4	Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos .....	35
9.3.5	Ensaio de determinação da composição química .....	35
9.3.6	Ensaio de condutividade da liga metálica .....	35
9.3.7	Ensaio de resistência elétrica .....	36
9.3.8	Ensaio de aquecimento .....	36
9.3.9	Ensaio de tração do conector.....	36
9.3.10	Ensaio de dureza em conectores de compressão.....	36
9.3.11	Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento .....	36
9.3.11.1	Camada de estanho .....	37
9.3.11.2	Camada de prata .....	37
9.3.12	Ensaio operacional .....	37
9.3.13	Ensaio do composto anti-óxido.....	37
9.3.13.1	Ensaio de ponto de gota.....	37
9.3.13.2	Ensaio de ponto de fulgor .....	38
9.3.13.3	Ensaio de penetração .....	38
9.3.14	Ensaio de corrosão por exposição à dióxido de enxofre.....	38
9.4	RELATÓRIO DOS ENSAIOS .....	38
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	40

10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS .....	40
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	40
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO .....	40
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS .....	40
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	40
12	NOTAS COMPLEMENTARES .....	41
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	41
14	VIGÊNCIA .....	42
15	TABELAS .....	43
	TABELA 1 - Características técnicas dos conectores terminal compressão cabo-pino .....	43
	TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento .....	44
	TABELA 3 - Relação de ensaios.....	46
16	DESENHOS .....	47
	DESENHO 1 - Característica dimensionais dos conectores terminal compressão cabo-pino .....	47
	DESENHO 2 - Característica dimensionais dos tubos isolantes .....	48
17	ANEXOS .....	49
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	49
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	51

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Conector Terminal (CTL), modelo à compressão (CPS), tipo cabo-pino, para cabos de cobre, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de medição e faturamento, em classe de tensão até 1,0 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

## 3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

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

## 4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 5370, Conectores de cobre para 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

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 Normas técnicas brasileiras

- 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 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 - Ensaio 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 17088, Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio
- ABNT NBR ISO 6506-1, Materiais metálicos - Ensaio de dureza Brinell - Parte 1: Método de ensaio

#### 4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
- ASTM B505/B505M, Standard specification for copper alloy continuous castings
- 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 D2671, Standard test methods for heat-shrinkable tubing for electrical use
- ASTM E478, Standard test methods for chemical analysis of copper alloys

- ASTM G87, Standard practice for conducting moist SO<sub>2</sub> 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 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
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- 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 4521, Metallic and other inorganic coatings - Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes - Specification and test methods
- ISO 6506-1, Metallic materials - Brinell hardness test - Part 1: Test method
- ISO 22479, Corrosion of metals and alloys - Sulfur dioxide test in a humid atmosphere (fixed gas method)

## NOTAS:

- I. 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;
- II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- IV. As siglas acima referem-se a:
  - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
  - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
  - IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
  - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
  - MS - Ministro da Saúde
  - MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
  - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
  - NBR - Norma Brasileira
  - NM - Norma Mercosul
  - ANSI - American National Standards Institute

- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization
- NEMA - National Eletrical Manufacturers Association

## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5370, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 5474, complementadas 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 ou terminal

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.

#### 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 cabo-pino

Conector de adaptação que liga a extremidade de um cabo à extremidade de um pino.

#### 5.1.4 Conector resistente ao ambiente



Conector dotado de proteção especial contra meio ambiente agressivo.

## 5.2 Composto antioxidante

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

## 5.3 Condutor principal (ou tronco)

Condutor elétrico contínuo do qual outros condutores podem ser derivados.

## 5.4 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.

## 5.5 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.

## 5.6 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://www.grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/fornecedores.aspx>

## 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/m<sup>2</sup>), 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/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;



- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, 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 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:

- V. 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 mm<sup>2</sup>) 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 acondicionados em caixas de papelão ondulados, contendo no máximo 100 (cem) conectores, com massa bruta não superior a 25 (vinte e cinco) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.) e ao manuseio;
- b) 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 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/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

**NOTA:**

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


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 do volume;
- f) Identificação completa do conteúdo (tipo/modelo de conector, código dos fabricantes, diâmetro do condutor etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 5370 / ANSI C119.4;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

#### NOTAS:

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

## 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 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 N.º 775 de 28/04/2004.

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



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

## 7.5 Expectativa de vida útil

Os conectores terminais devem ter uma expectativa de vida útil, mínima, de 30 (trinta) 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 20 (vinte) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 21º ano, admite-se 0,5,0 % de falhas para cada período de 5 (cinco) anos, acumulando-se, no máximo, 1,0 % de falhas no fim do período de vida útil.


### NOTA:

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

## 7.6 Garantia

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

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



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

## 7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

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

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados/homologados pela Energisa;
- b) Deverão ser novos, com período máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, conectores usados e/ou recuperados;
- 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:

- X. A critério da Energisa, os conectores terminais 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;
- XI. A relação dos fabricantes homologados de conectores terminais pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

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

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

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.

## 8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os conectores terminais devem ser fornecidos sem parafuso (s), porca (s) e arruela (s) lisa (s) e de pressão.

Os conectores terminais devem ser projetados e fabricados de modo que, quando submetidos à compressão com ferramentas e matrizes circunferenciais, ovais ou hexagonais apropriadas ao conector, a compressão resultante seja uniforme, de



maneira a não danificar o encordoamento dos condutores e a impossibilitar a penetração de água ou umidade.

## 8.1 Material

### 8.1.1 Conectores terminais

O corpo dos conectores terminais deve ser em liga de cobre, com teor de cobre mínimo de 90 % e teor máximo de zinco de 5,0 % conforme a ASTM E478 ou ISO 1811-2, com:

- Limite mínimo de resistência à tração: 200 MPa;
- Limite mínimo de escoamento: 90,0 MPa;
- Alongamento mínimo (corpo de prova 50 mm) - 38 %
- Condutividade elétrica mínima a 20 °C: 27 % IACS;
- Dureza Brinell: Entre 45 e 55.

### 8.1.2 Revestimento

O corpo dos conectores terminais deve conter revestimento protetora de:

- 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.

### 8.1.3 Tubo isolante

O tubo isolante deve ser confeccionado em polietileno de alta densidade (PEAD), irradiado, contrátil a quente, conforme ASTM D2671 e retardante a chamas, alta resistência ao trilhamento elétrico e a agentes químicos diversos, a abrasão, a radiação U.V. e a erosão.

### 8.1.4 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;
- 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;
- f) Ter grau de penetração: 290, conforme ABNT NBR 11345 ou ASTM D217;
- g) Ser bom condutor elétrico;
- h) Ter um teor de pó de cobre 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.

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

## 8.2 Características dimensionais

### 8.2.1 Conectores terminais

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

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

**NOTA:**

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

### 8.2.2 Tubo isolante

Os tubos isolantes possuir formato e dimensões conforme Desenhos 1 e Tabela 1, e relação de redução de 2,5:1.

## 8.3 Acabamento

### 8.3.1 Conectores terminais

A superfície dos conectores terminais deve ser isenta de inclusões, trincas, rebarbas, empenamentos, saliências pontiagudas, arestas cortantes, cantos vivos ou outros defeitos.

As bordas dos conectores terminais não devem apresentar arestas vivas que possam danificar o cabo.

### 8.3.2 Tubo isolante

O tubo isolante deve ser isento de furos, rachaduras ou outras imperfeições.

O tubo isolante deve ser fornecido na cor cinza ou preto.

## 8.4 Identificação

### 8.4.1 Conectores terminais

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

- a) Marca ou nome do fabricante;
- b) Referência do fabricante;
- c) Seção (em  $\text{mm}^2$ ) ou bitola (AWG/MCM) do maior e do menor condutor a que se aplica;

- d) Índice da matriz aplicável e número de compressões com indicação das partes a serem comprimidas;
- e) Data de fabricação (MM/AAAA), opcional.

#### 8.4.2 Tubo isolante

O tubo isolante deve ter gravado no seu corpo, de forma legível e indelével, no mínimo:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Diâmetro dos cabos aplicáveis;
- c) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA).

#### 8.5 Características mecânicas

Os conectores terminais, instalado de forma correta, não deve permitir o escorregamento dos condutores ou sofrer qualquer deformação permanente ou ruptura, quando os condutores forem tracionados com os valores mínimos de trações de 900 Newton (N).

#### 8.6 Características elétricas

##### 8.6.1 Conector terminal

O conector terminal deve suportar:

- a) Corrente suportável de curto-circuito de 165 A/mm<sup>2</sup> ou 10 kA;
- b) Valor de resistência elétrica de no máximo, 110 % da resistência elétrica do maior condutor a que se aplica;
- c) Elevação de temperatura em qualquer ponto do conector não deve exceder a elevação de temperatura do maior condutor para o qual foi projetado.

##### 8.6.2 Tubo isolante


O tubo isolante deve ser de classe de isolamento de 0,6/1,0 kV e suportar as seguintes temperaturas:

- Temperaturas de operação em regime permanente de 105 °C;
- Temperaturas de operação em regime de sobrecarga de 130 °C;
- Temperaturas de operação em regime de curto-circuito de 250 °C;
- Temperatura de estocagem de 60 °C.

## 9 INSPEÇÃO E ENSAIOS


### 9.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:
- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
  - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

- 
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
  - d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
  - e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

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

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.


- 
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
- Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
  - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

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

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

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

- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.

- 
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
  - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
  - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
  - O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

**NOTA:**

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

## 9.2 Relação de ensaios

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

### 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 9.3.5;
- d) Ensaio de condutividade da liga metálica, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de medição da resistência elétrica, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de aquecimento, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de resistência à tração do conector, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de dureza em conectores de compressão, conforme item 9.3.10;



- i) Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento, conforme item 9.3.11.
- j) Ensaio operacional, conforme item 9.3.12;
- k) Ensaio do composto anti-óxido, conforme item 9.3.13.

### 9.2.3 Ensaio especiais (E)

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

- a) Ensaios de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de determinação da composição química, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de condutividade da liga metálica, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de medição da resistência elétrica, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de aquecimento, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de resistência à tração do conector, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de dureza em conectores de compressão, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento, conforme item 9.3.11.
- j) Ensaio operacional, conforme item 9.3.12;
- k) Ensaio do composto anti-óxido, conforme item 9.3.13;
- l) Ensaios de corrosão por exposição à dióxido de enxofre, conforme item 9.3.14.

## 9.3 Descrição dos ensaios

### 9.3.1 Inspeção geral

Antes de serem efetuados os demais ensaios deve ser feita uma inspeção geral para verificar:

- a) Acabamento, conforme 7.3;
- b) Acondicionamento, conforme item 6.3;
- c) Identificação, conforme item 7.4;
- d) Presença do composto anti-óxido e tubo isolante.

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

### 9.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos conectores terminais, conforme:

- Conector terminal, conforme Desenho 1;
- Tubo isolante, conforme Desenho 2.

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

#### NOTA:

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

### 9.3.3 Ensaios de corrosão por exposição à névoa salina

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

Constitui falha se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Manchas ou pontos característicos de corrosão visível a olho nu;

- b) Não atendimento aos valores de temperatura e resistência elétrica forem superiores aos valores encontrados nos ensaios de aquecimento, resistência elétrica e resistência à tração.

#### 9.3.4 Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos

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

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

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

#### 9.3.5 Ensaio de determinação da composição química

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

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

- a) Zinco: for superior a 5,0 %;
- b) Cobre: for inferior a 90 %.

#### NOTA:

XV. Para os ensaios de recebimento, serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

#### 9.3.6 Ensaio de condutividade da liga metálica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM B505/B505M.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de condutividade inferiores à 27 % IACS.

#### NOTA:

XVI. Para os ensaios de recebimento, serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

### 9.3.7 Ensaio de resistência elétrica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5370.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica superiores à 90 % da resistência elétrica do maior condutor a que se aplica.

### 9.3.8 Ensaio de aquecimento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5370.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de aquecimento superiores a temperatura do maior condutor para o qual foi projetado.

### 9.3.9 Ensaio de tração do conector

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 5370.

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.

### 9.3.10 Ensaio de dureza em conectores de compressão

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

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos de dureza forem inferiores à 45 ou superiores 55.

### 9.3.11 Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento

Serão aceitos relatórios de ensaios emitidos pelos fornecedores dos componentes, com prazo máximo de 12 (doze) meses.

### 9.3.11.1 Camada de estanho

Este ensaio é aplicável exclusivamente aos terminais de ligação revestido em estanho.

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

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos de espessura da camada inferiores aos estabelecidos no item 8.1.2.

### 9.3.11.2 Camada de prata

Este ensaio é aplicável exclusivamente aos terminais de ligação revestido em prata.

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

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos de espessura da camada inferiores aos estabelecidos no item 8.1.2.

## 9.3.12 Ensaio operacional

O ensaio consiste em instalar o conector de forma indicado no manual de operação do fabricante, com a matriz correlata.


Após a compressão, deve-se aguardar 5 (cinco) minutos para acomodação das compressões. Em seguida, deve-se limpar possível sobre de 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.

## 9.3.13 Ensaio do composto anti-óxido

### 9.3.13.1 Ensaio de ponto de gota



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

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

#### 9.3.13.2 Ensaio de ponto de fulgor

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

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

#### 9.3.13.3 Ensaio de penetração

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

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


#### 9.3.14 Ensaios de corrosão por exposição à dióxido de enxofre

O ensaio deve ser executado conforme 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:

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

### 9.4 Relatório 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 e demais normas indicadas.

Quando não indicada, deverá ser executado 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.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 500 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 150 e 280 unidades.

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

## 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.

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.

### 11.2 Ensaios de recebimento

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



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

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

## 12 NOTAS COMPLEMENTARES

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

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

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

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

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

## 13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/03/2024	0.0	• Está 1ª edição.



## 14 VIGÊNCIA

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

## 15 TABELAS

TABELA 1 - Características técnicas dos conectores terminal  
compressão cabo-pino



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Seção nominal condutor	Bitola do condutor	Matriz referencia	N.º de compressões (*)	
	(mm <sup>2</sup> )	(mm)		Hidráulica	Mecânica
92392	50	8,50 - 10,00	239	2	2
92393	70	10,10 - 11,10	239	2	2
92394	95	12,00 - 13,00	245	2	-
92395	120	13,50 - 14,80	249	2	-

NOTA:

(\*) As matrizes hexagonais para compressão do conector.

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

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeção geral;</li> <li>Verificação dimensional.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Dureza;</li> <li>Operação;</li> <li>Resistência à tração.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Aquecimento;</li> <li>Composição química;</li> <li>Condutividade da liga metálica;</li> <li>Resistência elétrica.</li> </ul>			
	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	1 <sup>a</sup>	20	0	2	-	8	0	1	-	5	0	1
	2 <sup>a</sup>		1	2								
281 a 500	1 <sup>a</sup>	32	0	2	-	8	0	1	-	5	0	1
	2 <sup>a</sup>		1	2								
501 a 1.200	1 <sup>a</sup>	50	0	3	-	13	0	1	-	8	0	1
	2 <sup>a</sup>		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"> <li>Inspeção geral;</li> <li>Verificação dimensional.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Dureza;</li> <li>Operação;</li> <li>Resistência à tração.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Aquecimento;</li> <li>Composição química;</li> <li>Condutividade da liga metálica;</li> <li>Resistência elétrica.</li> </ul>			
	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 <sup>a</sup>	80	1	4	1 <sup>a</sup>	20	0	2	-	8	0	1
	2 <sup>a</sup>		4	5	2 <sup>a</sup>		1	2				
3.201 a 5.000	1 <sup>a</sup>	125	2	5	1 <sup>a</sup>	20	0	2	1 <sup>a</sup>	13	0	2
	2 <sup>a</sup>		6	7	2 <sup>a</sup>		1	2	2 <sup>a</sup>		1	2

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação de ensaios

Item	Descrição do ensaio	Tipo do ensaio
9.3.1	Inspeção geral	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina	T / E
9.3.4	Ensaio de ciclos térmicos com curtos-circuitos	T / E
9.3.5	Ensaio de determinação da composição química	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de condutividade da liga metálica	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de resistência elétrica	RE / E
9.3.8	Ensaio de aquecimento	RE / E
9.3.9	Ensaio de tração do conector	RE / E
9.3.10	Ensaio de dureza em conectores de compressão	RE / E
9.3.11	Ensaio de medição da espessura da camada de revestimento	RE / E
9.3.12	Ensaio operacional	RE / E
9.3.13	Ensaio do composto anti-óxido	RE / E
9.3.14	Ensaio de corrosão por exposição à dióxido de enxofre	E

Legenda:

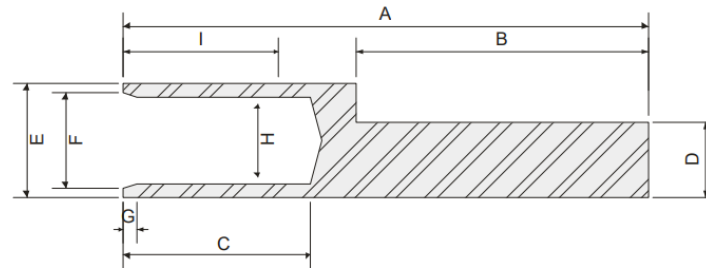
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 16 DESENHOS

DESENHO 1 - Característica dimensionais dos conectores terminal compressão cabo-pino

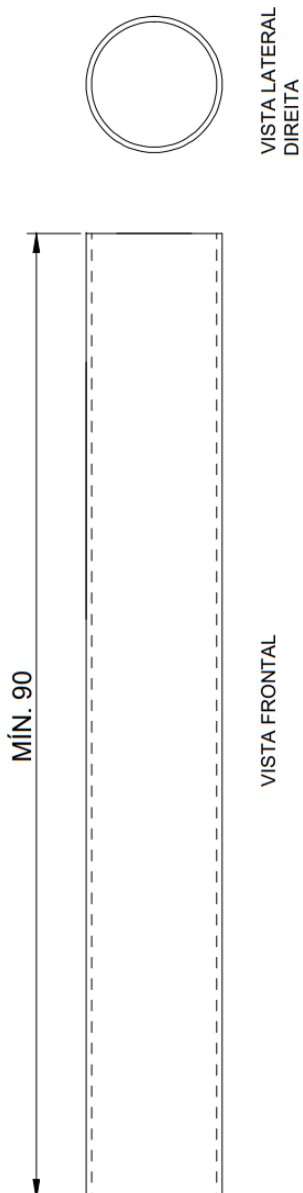


Seção nominal condutor (mm <sup>2</sup> )	Dimensões								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	(mm)								
50	81,0	45,0	29,0	8,0	12,7	11,4	1,5	9,9	24,0
70				9,6	14,3	13,2	1,7	11,1	
95				11,5	17,5	16,5	1,9	13,5	
120				12,8	19,1	17,4	1,9	15,0	

**NOTA:**

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

## DESENHO 2 - Característica dimensionais dos tubos isolantes



### NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).



## 17 ANEXOS

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

#### CONECTOR TERMINAL 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	Material:	
3.1	a) Conector:	
3.2	b) Revestimento:	
3.3	c) Composto anti-óxido:	
4	Dimensões:	
4.1	a) Conector completo:	mm
4.2	b) Espessura do revestimento:	µm
4.3	c) Massa unitária:	kg
5	Seção dos condutores aplicáveis	
5.1	a) Máxima para o principal	mm <sup>2</sup> /AWG/MCM
5.2	b) Mínima para o principal	mm <sup>2</sup> /AWG/MCM
6	Capacidade elétrica:	
6.1	a) Corrente mínima suportável:	A
6.2	b) Condutividade mínima da liga metálica a 20 °C	% IACS
6.3	c) Valor máximo da resistência elétrica da conexão	Ω
6.4	d) Valor máximo de elevação de temperatura:	°C

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

Item	Descrição	Características / unidades
7	Capacidade mecânica:	
7.1	a) Limite mínimo de resistência à tração:	MPa
7.2	b) Dureza mínima:	
7.3	c) Torque de aperto de montagem:	daN.m
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.



