

*Ferragens eletrotécnicas - Braços  
metálicos tipo “L”*

ESA | DENG | NRM-493 | 2023

# Especificação Técnica Unificada

ETU - 130.4

Versão 0.0 - Maio / 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 braço metálicos (BRM), tipo “L”, aplicáveis as linhas e redes aéreas de distribuição, em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

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

**Cataguases - MG., Maio 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-130.4

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa

# Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**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.....	8
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA.....	10
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES.....	16
5.1	FERRAGEM DE LINHA AÉREA.....	16
5.1.1	Ferragem eletrotécnica.....	17
5.1.2	Braço tipo L.....	17
5.1.3	Prensa-cabo.....	17
5.2	COMPONENTE.....	17
5.3	DEFEITO.....	17
5.3.1	Defeito crítico.....	17
5.3.2	Defeito grave.....	17
5.3.3	Defeito tolerável.....	18
5.4	GALVANIZAÇÃO POR IMERSÃO A QUENTE.....	18
5.5	INTEGRANTE.....	18
5.6	ENSAIOS DE RECEBIMENTO.....	18
5.7	ENSAIOS DE TIPO.....	18
5.8	ENSAIOS ESPECIAIS.....	18
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	19
7	CONDIÇÕES GERAIS.....	19
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO.....	19
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA.....	20
7.3	ACONDICIONAMENTO.....	21
7.4	MEIO AMBIENTE.....	23
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL.....	24
7.6	GARANTIA.....	24
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA.....	25
7.8	AValiação TÉCNICA DO MATERIAL.....	25
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS.....	26
8.1	MATERIAIS.....	26
8.1.1	Braço tipo L.....	26

8.1.2	Prensa-cabo .....	26
8.1.3	Parafuso, arruela de pressão e porca .....	26
8.1.4	Solda .....	26
8.1.5	Revestimento anticorrosivo .....	27
8.2	CARACTERÍSTICA DIMENSIONAIS .....	27
8.3	ACABAMENTO .....	28
8.4	IDENTIFICAÇÃO .....	29
8.5	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS .....	29
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS .....	30
9.1	GENERALIDADES .....	30
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS .....	34
9.2.1	Ensaio de tipo (T) .....	34
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE) .....	34
9.2.3	Ensaio especiais (E) .....	35
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS .....	36
9.3.1	Inspeção geral .....	36
9.3.2	Verificação dimensional .....	36
9.3.3	Ensaio de resistência à tração, compressão e flexão .....	36
9.3.4	Ensaio para determinação da composição química .....	36
9.3.4.1	Aço-carbono .....	37
9.3.4.2	Ferro fundido .....	37
9.3.4.3	Zinco .....	37
9.3.5	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco .....	37
9.3.5.1	Ensaio de massa por unidade de área .....	37
9.3.5.2	Ensaio de aderência da camada .....	38
9.3.5.3	Ensaio de espessura da camada .....	38
9.3.5.4	Ensaio de uniformidade da camada .....	38
9.3.6	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina .....	38
9.3.7	Ensaio de resistência ao torque .....	39
9.3.8	Ensaio de tração com cunha .....	39
9.3.9	Ensaio de cisalhamento .....	39
9.3.10	Ensaio de partículas magnéticas .....	39
9.3.11	Ensaio de radiografias por raios-X .....	40
9.3.11.1	Braço tipo L .....	40
9.3.11.2	Soldas .....	40
9.3.12	Ensaio de líquidos penetrantes .....	40
9.3.13	Ensaio de ultrassom .....	40
9.3.13.1	Braço tipo L .....	40
9.3.13.2	Soldas .....	41
9.3.14	Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre .....	41
9.4	RELATÓRIO DOS ENSAIOS .....	41



10	PLANOS DE AMOSTRAGEM .....	42
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL .....	42
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	42
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES .....	43
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL .....	43
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	43
12	NOTAS COMPLEMENTARES .....	44
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	44
14	VIGÊNCIA .....	44
15	TABELAS .....	45
	TABELA 1 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento .....	45
	TABELA 2 - Relação de ensaios .....	46
16	DESENHOS .....	47
	DESENHO 1 - Características dimensionais do braço tipo L .....	47
	DESENHO 2 - Características dimensionais do prensa-cabo .....	48
17	ANEXOS .....	51
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	51
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	53

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Braço Metálicos (BRM), tipo “L” , a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de linhas e redes aéreas distribuição, do tipo protegida (compacta), em classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas em vigência 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 8158, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Especificação
- ABNT NBR 8159, Ferragens eletrotécnicas para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Padronização

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os braços tipo L 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 6002, Ensaio não destrutivo - Ultrassom - Detecção de descontinuidades em chapas metálicas
- ABNT NBR 6323, Galvanização por imersão a quente de produtos de aço e ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 6547, Ferragem de linha aérea - Terminologia

- ABNT NBR 6916, Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal - Especificação
- ABNT NBR 7007, Aço-carbono e aço microligado para barras e perfis laminados a quente para uso estrutural - Requisitos
- ABNT NBR 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio
- ABNT NBR 7398, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
- ABNT NBR 7399, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não destrutivo - Método de ensaio
- ABNT NBR 7400, Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio
- ABNT NBR 8096, Material metálico revestido e não-revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio
- ABNT NBR 8855, Propriedades mecânicas de elementos de fixação - Parafusos e prisioneiros - Especificação
- ABNT NBR 10474, Qualificação em soldagem - Terminologia
- ABNT NBR 14842, Soldagem - Critérios para a qualificação e certificação de inspetores para o setor de petróleo e gás, petroquímico, fertilizantes, naval e termogeração (exceto nuclear)
- ABNT NBR 15739, Ensaios não destrutivos - Radiografia em juntas soldadas - Procedimento para detecção de descontinuidades

- ABNT NBR 15817, Ensaios não destrutivos - Radiografia em fundidos - Detecção de descontinuidades
- ABNT NBR 17088, Corrosão por exposição à névoa salina - Métodos de ensaio
- ABNT NBR ISO 965-2, Rosca métrica ISO de uso geral - Tolerâncias - Parte 2: Limites dimensionais para roscas internas e externas de uso geral - Qualidade média
- ABNT NBR ISO 965-4, Rosca métrica ISO de uso geral - Tolerâncias - Parte 4: Dimensões limites para roscas externas zincadas por imersão a quente, para montagens com roscas internas com posição de tolerância H ou G, após a zincagem
- ABNT NBR NM 87, Aço carbono e ligados para construção mecânica - Designação e composição química
- ABNT NBR NM 334, Ensaios não destrutivos - Líquidos penetrantes - Detecção de descontinuidades
- ABNT NBR NM 336, Ensaios não destrutivos - Ultrassom em solda - Procedimento
- ABNT NBR NM 342, Ensaios não destrutivos - Partículas magnéticas - Detecção de descontinuidades

### 4.3 Norma técnica internacional

- ASTM A6/A6M, Standard specification for general requirements for rolled structural steel bars, plates, shapes, and sheet piling
- ASTM A90/A90M, Standard test method for weight [mass] of coating on iron and steel articles with zinc or zinc-alloy coatings
- ASTM A153/A153M, Standard specification for zinc coating (hot-dip) on iron and steel hardware

- 
- ASTM A239, Standard practice for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles
  - ASTM A536, Standard specification for ductile iron castings
  - ASTM B6, Standard specification for zinc
  - ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (fog) apparatus
  - ASTM B571, Standard practice for qualitative adhesion testing of metallic coatings
  - ASTM E94/E94M, Standard guide for radiographic examination using industrial radiographic film
  - ASTM E114, Standard practice for ultrasonic pulse-echo straight-beam contact testing
  - ASTM E164, Standard practice for contact ultrasonic testing of weldments
  - ASTM E165/E165M, Standard practice for liquid penetrant testing for general industry
  - ASTM E376, Standard practice for measuring coating thickness by magnetic-field or eddy current (electromagnetic) testing methods
  - ASTM E446, Standard reference radiographs for steel castings up to 2 in. (50.8 mm) in thickness
  - ASTM E536, Standard test methods for chemical analysis of zinc and zinc alloys
  - ASTM F606/F606M, Standard test methods for determining the mechanical properties of externally and internally threaded fasteners, washers, direct tension indicators, and rivets
  - ASTM E709, Standard guide for magnetic particle testing
  - ASTM G87, Standard practice for conducting moist SO<sub>2</sub> tests

- AWS B3.0, Welding procedure and performance qualification
- AWS D1.1/D1.1M, Structural welding code - Steel
- 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
- ISO 752, Zinc ingots
- ISO 898-1, Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel - Part 1: Bolts, screws and studs with specified property classes - Coarse thread and fine pitch thread
- ISO 965-2, ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 2: Limits of sizes for general purpose external and internal screw threads - Medium quality
- ISO 965-4, ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 4: Limits of sizes for hot-dip galvanized external screw threads to mate with internal screw threads tapped with tolerance position H or G after galvanizing

- ISO 3452-2, Non-destructive testing - Penetrant testing - Part 2: Testing of penetrant materials
- ISO 5579, Non-destructive testing - Radiographic testing of metallic materials using film and X- or gamma rays - Basic rules
- 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 17636-2, Non-destructive testing of welds - Radiographic testing - Part 2: X- and gamma-ray techniques with digital detectors
- ISO 17640, Non-destructive testing of welds - Ultrasonic testing - Techniques, testing levels, and assessment
- ISO 22479, Corrosion of metals and alloys - Sulfur dioxide test in a humid atmosphere (fixed gas method)

#### NOTAS:

- I. Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;

IV. As siglas acima referem-se a:

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- AWS - American Welding Society
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization

## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460, ABNT NBR 6547 e ABNT NBR 8158, complementadas pelos seguintes termos:

### 5.1 Ferragem de linha aérea

Dispositivo metálico, com função mecânica e/ou elétrica, utilizado em linhas aéreas.

### 5.1.1 Ferragem eletrotécnica

Dispositivo metálico que exerce função mecânica e/ou elétrica numa linha aérea de distribuição de energia elétrica.

#### NOTA:

V. Alguns tipos de ferragens podem possuir componentes não metálicos.

### 5.1.2 Braço tipo L

Ferragem em forma de “L” que, presa ao poste, tem função de sustentação do cabo mensageiro da rede protegida.

### 5.1.3 Prensa-cabo

Dispositivo projetado para permitir a entrada de um cabo, cabo flexível ou de um condutor isolado em um invólucro, e que assegura a vedação e a retenção. Ele também pode assegurar outras funções, como o aterramento, a ligação, a isolação, a proteção do cabo, a redução de esforços mecânicos ou uma combinação destes.

## 5.2 Componente

Qualificativo de uma parte de uma ferragem de linha aéreas que pode ser separada facilmente, mas é normalmente fornecida com a ferragem.

## 5.3 Defeito

Não conformidade a qualquer dos requisitos especificados, classificam-se em crítico, grave e tolerável.

### 5.3.1 Defeito crítico

Aquele que impede o funcionamento ou o desempenho adequado do produto, proporcionando condições inseguras ou perigosas para o usuário.

### 5.3.2 Defeito grave



Aquele que pode resultar em falha ou reduzir a utilidade do produto, para o fim a que se destina.

### 5.3.3 Defeito tolerável

Aquele que não reduz a utilidade do produto para o fim a que se destina ou não influi no uso efetivo ou na operação.

## 5.4 Galvanização por imersão a quente

Processo de galvanização em que o revestimento de zinco e suas ligas é aplicado mediante imersão do produto, previamente preparado, em banho de zinco fundido.

## 5.5 Integrante

Qualificativo de uma parte de uma ferragem de linha aérea que só pode ser separada desta por destruição da ferragem

## 5.6 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.

## 5.7 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.

## 5.8 Ensaios especiais



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

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

## 6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

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

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

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

## 7 CONDIÇÕES GERAIS

Os braços tipo L devem:

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

### 7.1 Condições do serviço

Os braços tipo L 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 ferragens 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:**

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

### 7.3 Acondicionamento

Os braços tipo L devem ser acondicionados container 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) Serem adequadamente embalados de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local do armazenamento ou instalação em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.) e ao manuseio;
- b) A embalagem deve ser feita de modo que o peso e as dimensões sejam conservados dentro de limites razoáveis a fim de facilitar o manuseio, o armazenamento e o transporte. As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
- c) O material da embalagem em contato com os braços tipo L 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:

**NOTA:**

VII. No caso de ser empregada madeira nos containers, a mesma deve ser:

- De boa qualidade, no mínimo igual à do pinus de segunda; e
- Conter certificação do IBAMA.

Cada container deve ser identificado, de forma legível e indelével e contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- e) Tipo, dimensões e número de série da embalagem;
- f) Identificação completa do conteúdo (tipo/modelo, quantidade etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 8158 / ABNT NBR 8159;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

**NOTAS:**

VIII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;

- 
- IX. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.

## 7.4 Meio ambiente

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

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

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

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

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

- a) Amianto ou asbesto;
- b) Bifenilas Policloradas (PCB);
- c) Poluentes orgânicos persistentes (POPS), conforme Decreto Legislativo N.º 204, de 2004;

d) Benzeno, conforme Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004.

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

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

## 7.5 Expectativa de vida útil

Os braços tipo L devem ter uma expectativa de vida útil mínima, de 45 (quarenta e cinco) 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 35 (trinta e cinco) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 36º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 1,0 % de falhas no fim do período de vida útil.

### NOTAS:

- X. Entende-se por falha da ferragem eletrotécnica, a deterioração do composto metálico, falha na fundição, laminação ou zincagem;
- XI. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

## 7.6 Garantia

O período de garantia dos materiais deve obedecer ao disposto na Ordem de Compra de Materiais (OCM) contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

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

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

## 7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

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

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

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

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

## 7.8 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 braços tipo L 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

O braço tipo L deve ser fornecido com o prensa-cabo montado.

### 8.1 Materiais

#### 8.1.1 Braço tipo L

Os braços tipo L devem ser confeccionados através de chapa dobrada de aço-carbono 1010 a 1020, conforme ABNT NBR 7007 ou ASTM A6/A6M.

#### 8.1.2 Prensa-cabo

O prensa-cabo devem ser confeccionados em ferro fundido nodular ou maleável, conforme ABNT NBR 6916 ou ASTM A536.

#### 8.1.3 Parafuso, arruela de pressão e porca

Os parafusos, arruelas de pressão e porcas devem ser confeccionados em aço-carbono 1010 a 1020, conforme ABNT NBR 7007 ou ASTM A6/A6M.

#### 8.1.4 Solda



As peças em que estiver prevista a aplicação de solda, as mesmas devem ser executadas de modo contínuo, sem falhas ou incrustações, e de ambos os lados, interno e externo, de modo a garantir as características mecânicas para operação e seguir as recomendações da AWS D1.1/D1.1M.

Não sendo permitido o uso de solda sem adição de material, soldagem por ponto, cordões intermitentes ou o uso de solda branca ou brasagem.

As soldas devem ser feitas por soldadores qualificados e aprovados por entidades oficiais em testes de qualificação de acordo com ABNT NBR 10474, ABNT NBR 14842 e AWS B3.0, às expensas do fornecedor.

**NOTA:**

- XIV. Quando requerido, certificados de qualificação dos soldadores devem ser disponibilizados para avaliação pela Energisa.

### 8.1.5 Revestimento anticorrosivo

Os braços tipo L devem revestidos de zinco por imersão a quente, conforme a ABNT NBR 6323 ou ASTM A153/A153M e estar em conformidade com a ABNT NBR 8158.

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

**NOTA:**

- XV. Não admitindo em hipótese alguma, galvanização eletrolítica. É permitida a utilização de processos de proteção anticorrosivos alternativos à zincagem por imersão a quente mediante aprovação prévia da Energisa.

## 8.2 Característica dimensionais

Os braços tipo L devem possuir formato e dimensões conforme Desenho 1.

O corpo do prensa-cabo, parafuso, arruelas de pressão e porca devem possuir formatos e dimensões conforme Desenho 2.

O prensa-cabo deve conter:

- a) 2 (dois) leitos para acomodar cabos mensageiros de:
  - Lado A: 6,0 a 8,0 mm de diâmetro; e
  - Lado B: 8,0 a 10 mm de diâmetro.
- b) Nervuras internas ou um dispositivo equivalente para travamento das partes que o formam, de modo a evitar o giro de uma parte sobre a outra ao aplicar o torque no parafuso;
- c) Cantos arredondados e ressaltos adequados na parte externa, próximo às suas bordas, a fim de permitir suave deslizamento das carretilhas utilizadas no lançamento dos condutores-fase.

Os parafuso e porcas devem ter roscas métricas ISO de uso geral, M16 x 2,0 mm, conforme:

- Externa: ABNT NBR ISO 965-4 ou ISO 965-4;
- Internas: ABNT NBR ISO 965-2 ou ISO 965-2;

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 dos braços tipo L de distribuição deve:

- a) Ser lisa e uniforme, livres de asperezas, rebarbas, lascas, carepa, saliências pontiagudas e arestas cortantes;
- b) Ser isenta de sinais de ferrugem, óleo, graxa ou quaisquer outros depósitos superficiais;
- c) Ser livre de quinas vivas nas dobras das peças.

Toda soldagem deve ser contínua (cordão), não sendo permitida soldagem por ponto ou intermitente ou solda branca, exceto quando indicado nas padronizações e devem ser isentas de porosidade, rachaduras e devem assegurar boa penetração e cobertura nas junções.

## 8.4 Identificação

Os braços tipo L devem ser marcadas no próprio corpo, de modo legível, visível e indelével, no mínimo com:

- Nome ou marca do fabricante;
- Referência do fabricante (opcional);
- Mês e ano de fabricação (MM/AAAA).

## 8.5 Características mecânicas

Os braços tipo L, corretamente instalado, deve suportar os esforços de:



*Figura 1 - Detalhe para execução do ensaio*

a) Esforço vertical (V):

- $V = 500 \text{ daN}$ ;
- $V = 700 \text{ daN}$ , sem deformação permanente;
- $V = 1.000 \text{ daN}$ , sem apresentar ruptura.

b) Esforço horizontal (H):

- $H = 800 \text{ daN}$ ;
- $H = 1.120 \text{ daN}$ , sem deformação permanente;
- $H = 1.600 \text{ daN}$ , sem apresentar ruptura.

c) Esforço transversal (T):

- $T = 100 \text{ daN}$ ;
- $T = 140 \text{ daN}$ , sem deformação permanente;
- $T = 200 \text{ daN}$ , sem apresentar ruptura.

Os parafusos e porcas devem suportar esforço de torque de:

- a) Instalação:  $8,0 \text{ daN.m}$ ;
- b) Ensaio:  $9,6 \text{ daN.m}$ .

## 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 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:**

XVI. 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 2.

### 9.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de resistência à tração, compressão e flexão, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio para determinação da composição química, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de resistência ao torque, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de tração com cunha, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de cisalhamento, conforme item 9.3.9.

### 9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, conforme item 9.3.1;

- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de resistência à tração, compressão e flexão, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio para determinação da composição química, conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.6;
- g) Ensaio de resistência ao torque, conforme item 9.3.7;
- h) Ensaio de tração com cunha, conforme item 9.3.8;
- i) Ensaio de cisalhamento, conforme item 9.3.9.

### 9.2.3 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de resistência à tração, compressão e flexão, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio para determinação da composição química, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de resistência ao torque, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de tração com cunha, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de cisalhamento, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de partículas magnéticas, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaio de radiografias por raios-X, conforme item 9.3.11;
- j) Ensaio de líquidos penetrantes, conforme item 9.3.12;
- k) Ensaio de ultrassom, conforme item 9.3.13;

- 
- l) Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre, conforme item 9.3.14.

## 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.

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

### 9.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos:

- Braços tipo L conforme Desenho 1;
- Prensa-cabo, parafuso, arruela e porca quadrada, conforme Desenho 2.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-conformidade desses requisitos estabelecidos no Desenho 1.

### 9.3.3 Ensaio de resistência à tração, compressão e flexão

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8158.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de, após a remoção do esforço, deformação permanente, trinca ou ruptura da peça, exceto quando for admitida flecha residual, conforme estabelecido no item 8.5.

### 9.3.4 Ensaio para determinação da composição química



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

#### 9.3.4.1 Aço-carbono

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7007 ou ASTM A6/A6M.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de classificação da composição química em desconformidade com o item 8.1.1.

#### 9.3.4.2 Ferro fundido

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6916 ou ASTM A536.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de classificação da composição química em desconformidade com o item 8.1.2.

#### 9.3.4.3 Zinco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM E536.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de classificação da composição química em desconformidade com o item 8.1.3.

### 9.3.5 Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco

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

#### 9.3.5.1 Ensaio de massa por unidade de área

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7397 ou ASTM A90/A90M.



Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 8.1.3.

#### 9.3.5.2 Ensaio de aderência da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 8.1.3.

#### 9.3.5.3 Ensaio de espessura da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 8.1.3.

#### 9.3.5.4 Ensaio de uniformidade da camada

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

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos inferiores aos especificados no item 8.1.3.

#### 9.3.6 Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 17088 ou ASTM B117 ou ISO 9227, por período mínimo de 168 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de presença de ferrugem, em forma de manchas ou pontos vermelho-alaranjados de corrosão visível a olho nu.

**NOTA:**

- XVII. Deve-se levar em conta que podem aparecer manchas amareladas, resultantes da corrosão da liga de difusão zinco-ferro, e que não devem ser causa de rejeição.

### 9.3.7 Ensaio de resistência ao torque

Ensaio exclusivo para os parafusos de cabeça quadrada.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8158.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de deformação permanente, trincas ou ruptura.

### 9.3.8 Ensaio de tração com cunha

Ensaio exclusivo para os parafusos de cabeça quadrada.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8855 ou ISO 898-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tração de ruptura inferiores à 500 MPa.

### 9.3.9 Ensaio de cisalhamento

Ensaio exclusivo para os parafusos de cabeça quadrada.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM F606/F606M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de cisalhamento inferiores à 3.000 daN.

### 9.3.10 Ensaio de partículas magnéticas

O ensaio deve ser executado conforme 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.

### 9.3.11 Ensaio de radiografias por raios-X

#### 9.3.11.1 Braço tipo L

O ensaio deve ser executado conforme 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.

#### 9.3.11.2 Soldas

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15739 ou ASTM E94/E94M ou ISO 17636-2.

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

### 9.3.12 Ensaio de líquidos penetrantes

O ensaio deve ser executado conforme 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.

### 9.3.13 Ensaio de ultrassom

#### 9.3.13.1 Braço tipo L

O ensaio deve ser executado conforme 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.

### 9.3.13.2 Soldas

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM 336 ou ASTM E164 ou ISO 17640.

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

### 9.3.14 Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8096 ou ASTM G87 ou ISO 22479, por período mínimo de 168 horas.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de presença de ferrugem, em forma de manchas ou pontos vermelho-alaranjados de corrosão visível a olho nu.

#### NOTA:

- XVIII. Deve-se levar em conta que podem aparecer manchas amareladas, resultantes da corrosão da liga de difusão zinco-ferro, e que não devem ser causa de rejeição.

## 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 especial

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especial deve seguir as orientações da ABNT NBR 8158 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 1 para o produto acabado.

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 3.200 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 500 e 1.200 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 REJEIÇÕES

### 11.1 Ensaios de tipo e especial

Os ensaios de tipo e especial 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 1;
- 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
01/05/2024	0.0	<ul style="list-style-type: none"><li>Desmembramento da ETU-130.1.</li></ul>

## 14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/06/2024 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

## 15 TABELAS

TABELA 1 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

Tamanho do lote	• Verificação dimensional.			• Inspeção geral.			• Ensaios mecânicos.			• Composição química; • Névoa salina; • Revestimento de zinco.		
	Amostragem normal e simples											
	Nível de inspeção I NQA 1,5 %			Nível de inspeção I NQA 4,0 %			Nível de inspeção S3 NQA 1,5 %			Nível de inspeção S3 NQA 4,0 %		
	Tam.	Ac	Re	Tam.	Ac	Re	Tam.	Ac	Re	Tam.	Ac	Re
Até 90	8	0	1	5	0	1	5	0	1	5	0	1
91 a 150	8	0	1	8	1	2	5	0	1	5	0	1
151 a 280	13	0	1	13	1	2	8	0	1	8	1	2
281 a 500	20	1	2	20	2	3	8	0	1	8	1	2
501 a 1.200	32	1	2	32	3	4	13	0	1	13	1	2
1.201 a 3.200	50	2	3	50	5	6	13	0	1	13	1	2
3.201 a 5.000	80	3	4	80	7	8	20	1	2	20	2	3

Legenda:

Tam. - Tamanho da amostragem;

Ac - número de aceitação;

Re - número de rejeição.

TABELA 2 - 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 resistência à tração, compressão e flexão	T / RE / E
9.3.4	Ensaio para determinação da composição química	T / RE / E
9.3.5	Ensaio de medição da camada de revestimento de zinco	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de resistência ao torque	T / RE / E
9.3.8	Ensaio de tração com cunha	T / RE / E
9.3.9	Ensaio de cisalhamento	T / RE / E
9.3.10	Ensaio de partículas magnéticas	E
9.3.11	Ensaio de radiografias por raios-X	E
9.3.12	Ensaio de líquidos penetrantes	E
9.3.13	Ensaio de ultrassom	E
9.3.14	Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre	E

Legenda:

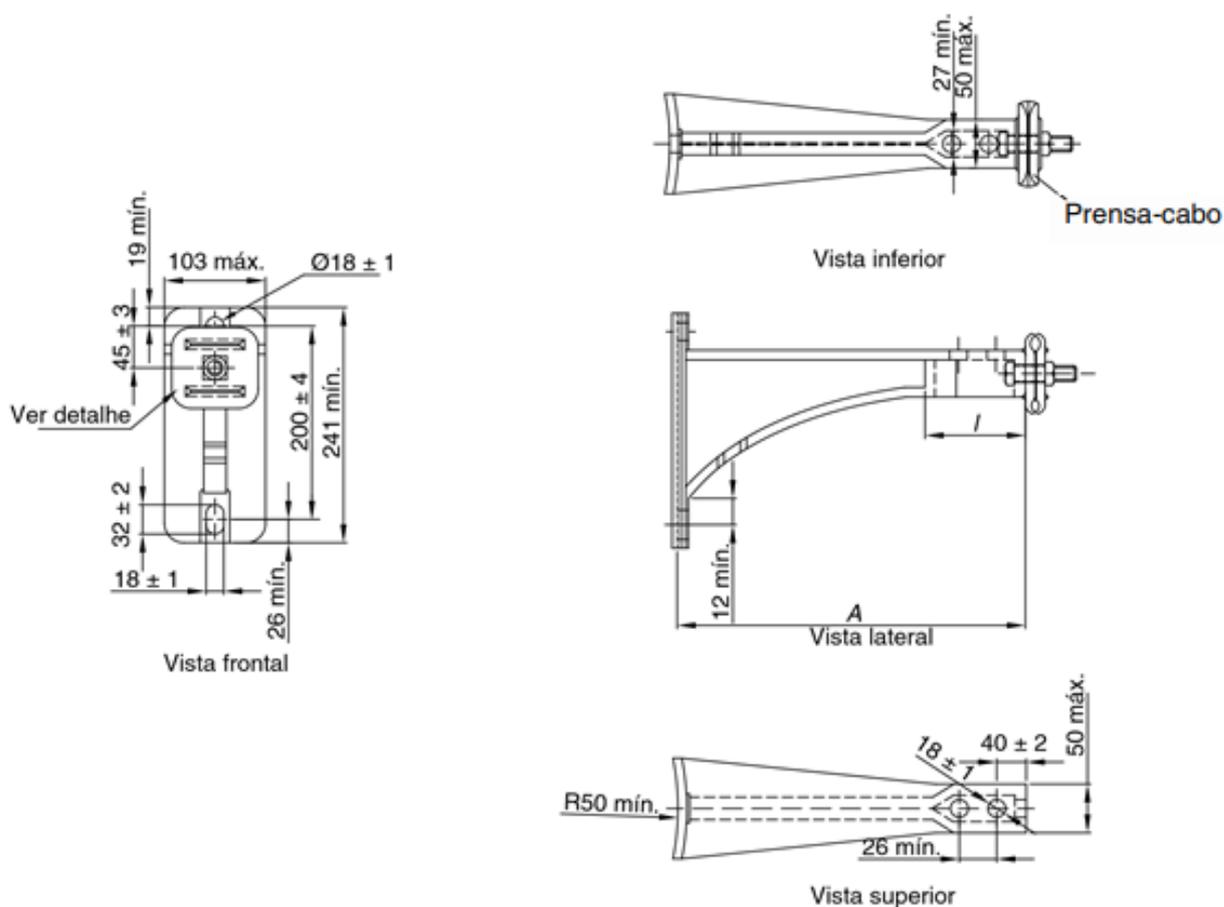
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 16 DESENHOS

### DESENHO 1 - Características dimensionais do braço tipo L

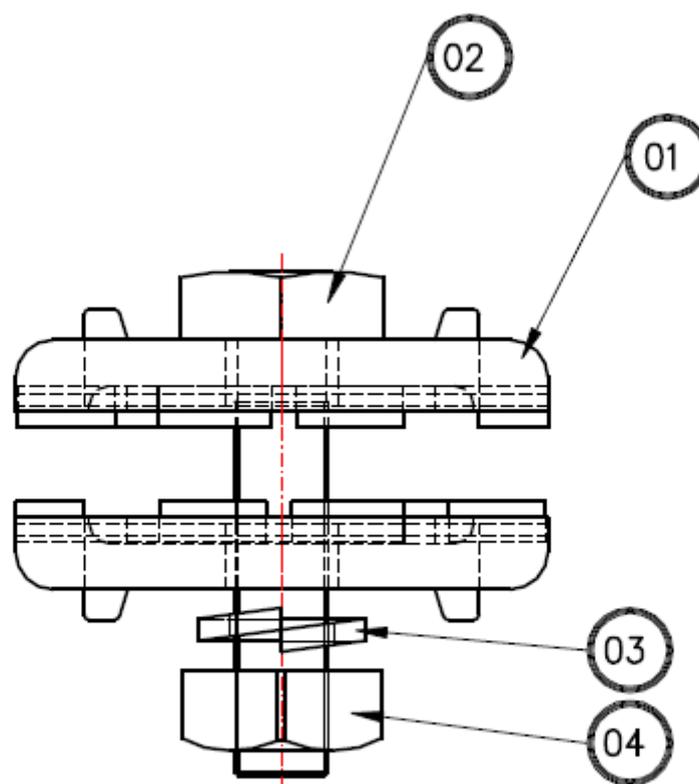


#### NOTA:

- I. Todas as cotas em milímetros (mm).

Código Energisa	Classe de tensão	Dimensões	
		A (± 10)	I (mín.)
	(kV)	(mm)	
90544	15,0	354	92
90513	24,2 / 36,2	600	139

## DESENHO 2 - Características dimensionais do prensa-cabo

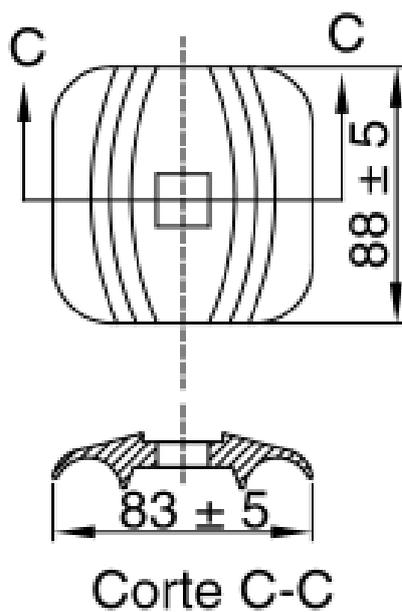


Legenda:

- 1 Parafuso de cabeça quadrada M16 x 70 mm
- 2 Prensa-cabo
- 3 Arruela de pressão
- 4 Porca quadrada

## DESENHO 2 - Características dimensionais do prensa-cabo - Continuação

### Corpo prensa-cabo



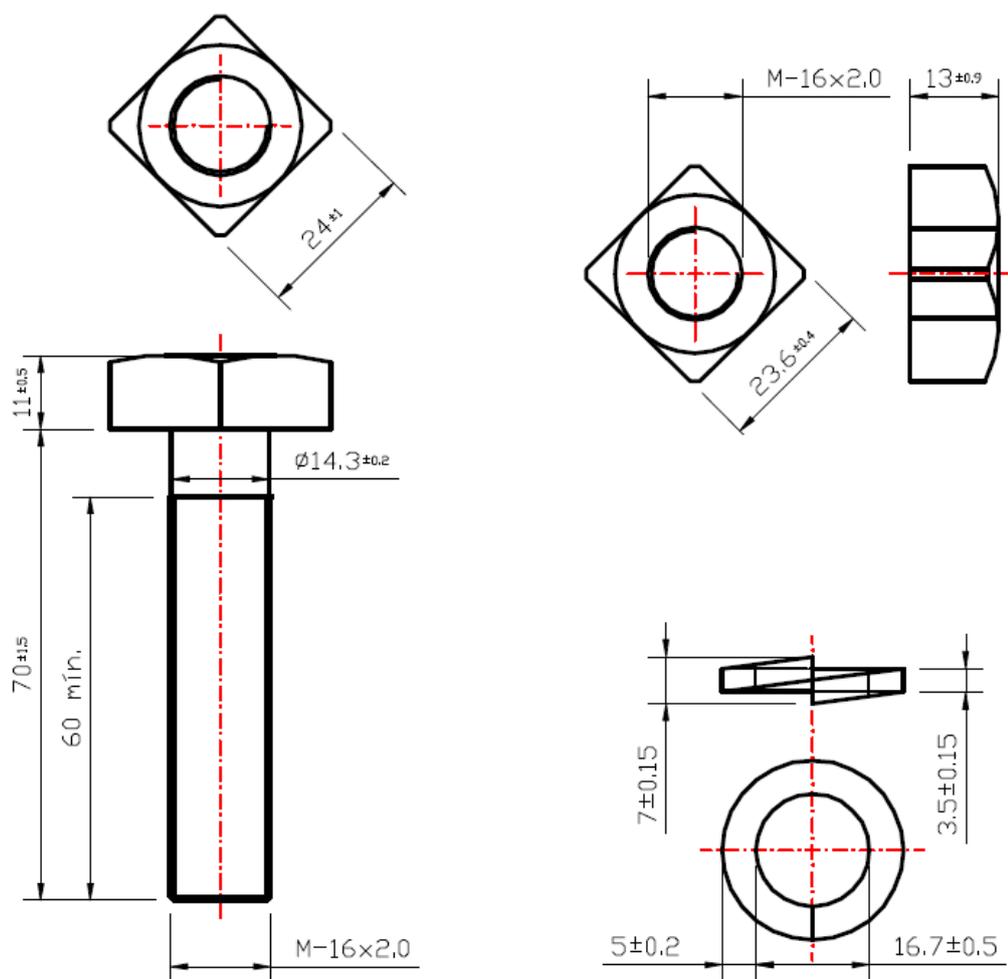
C  
-

#### NOTA:

- I. Todas as cotas em milímetros (mm).

## DESENHO 2 - Características dimensionais do prensa-cabo - Continuação

### Parafuso, arruela e porca



#### NOTA:

- I. Todas as cotas em milímetros (mm).

## 17 ANEXOS

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

#### BRAÇO TIPO “L”

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número 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 do braço:	
4	Revestimento anticorrosivo:	
4.1	a) Tipo de revestimento:	
4.2	b) Espessura mínima:	
5	Dimensões:	
5.1	a) Braço tipo L	mm
5.2	b) Prensa-cabo	mm
6	Capacidade mecânica:	
6.1	a) Tração:	
6.1.1	• Nominal:	daN
6.1.2	• Ruptura:	daN
6.2	b) Compressão:	
6.2.1	• Nominal:	daN
6.2.2	• Ruptura:	daN
6.3	c) Flexão:	
6.3.1	• Nominal:	daN
6.3.2	• Ruptura:	daN

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

Item	Descrição	Características / Unidades
7	Acondicionamento:	
7.1	a) Tipo embalagem:	
7.2	b) Quantidade por embalagem:	
7.3	c) Massa total por 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.



