

*Cruzeta de distribuição de  
polietileno de alta densidade  
(PEAD) para redes de distribuição  
até 36,2 kV*

ESA | DENG | NRM-490 | 2024

# Especificação Técnica Unificada

## ETU - 115.2

Versão 3.0 - Novembro / 2024



## Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de cruzeta de distribuição (CZD), tipo tubular maciça (TTM), em polietileno de alta densidade (PEAD), reforçadas com barras de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), aplicáveis às linhas e redes aéreas de distribuição, em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 3.0, datada de novembro de 2024.

**Cataguases - MG., Novembro de 2024.**

**GTD - Gerência Técnica de Distribuição**

Esta Especificação Técnica, bem como suas eventuais alterações, poderá ser acessada por meio do código abaixo:





## Equipe técnica de revisão da ETU-115.2 (versão 3.0)

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia (ERO)

**Alberto Alves Cunha**

Energisa Tocantins (ETO)

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

**Antônio Maurício de Matos Gonçalves**

Energisa Acre (EAC)

**Ricardo Langone Marques**

Dir. Suprimentos Logística

**Erika Ferrari Cunha**

Energisa Sergipe (ESE)

**Rodolfo Acialdi Pinheiro**

Energisa Minas-Rio (EMR)

**Fabio Lancelotti**

Energisa Paraíba (EPB)

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso (EMT)

# Sumário

1	OBJETIVO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL .....	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS .....	10
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS .....	11
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....	14
5.1	CRUZETA (CZ).....	14
5.1.1	Cruzeta de distribuição (CZD).....	14
5.1.2	Cruzeta polimérica .....	15
5.2	CARGA DE RUPTURA ( $C_R$ ).....	15
5.3	CARGA NO LIMITE ELÁSTICO.....	15
5.4	CARGA NOMINAL ( $C_N$ ) .....	15
5.5	CHANFRO OU BISEL .....	15
5.6	DURABILIDADE .....	16
5.7	FACE MAIOR (A) .....	16
5.8	FACE MENOR (B).....	16
5.9	FLAMABILIDADE .....	16
5.10	FLECHA .....	16
5.11	FLECHA RESIDUAL .....	16
5.12	PLANO TRANSVERSAL .....	16
5.13	POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE (PEAD) .....	16
5.14	POLÍMERO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO (PRFV) .....	17
5.15	RETILINEIDADE .....	17
5.16	SEÇÃO TRANSVERSAL .....	17
5.17	TRILHAMENTO ELÉTRICO (TRACKING) .....	17
5.18	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	17
5.19	ENSAIOS DE TIPO .....	17
5.20	ENSAIOS ESPECIAIS .....	18
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	18
7	CONDIÇÕES GERAIS .....	18
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO .....	18
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....	19
7.3	ACONDICIONAMENTO .....	20
7.4	MEIO AMBIENTE .....	22

7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	23
7.6	GARANTIA .....	23
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA .....	24
7.8	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL .....	24
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	25
8.1	PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	26
8.2	MATERIAIS .....	26
8.3	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	26
8.4	ACABAMENTO .....	27
8.5	IDENTIFICAÇÃO .....	28
8.6	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS .....	29
8.7	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	29
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	29
9.1	GENERALIDADES.....	29
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	33
9.2.1	Ensaio de tipo (T) .....	33
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
9.3.2.1	Ensaio de retilineidade .....	36
9.3.3	Ensaio de resistência à flexão à carga nominal.....	36
9.3.4	Ensaio de resistência à flexão ao limite de carga excepcional (1,4 x C <sub>n</sub> ) 37	
9.3.5	Ensaio de carga mínima de ruptura (C <sub>r</sub> ) .....	37
9.3.6	Ensaio de resistência à torção .....	37
9.3.7	Ensaio de tração lateral.....	37
9.3.8	Ensaio de resistência ao torque.....	38
9.3.9	Ensaio mecânicos do composto .....	38
9.3.10	Ensaio mecânicos do composto, após o envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV) .....	38
9.3.11	Verificação da resistência ao trilhamento e erosão .....	39
9.3.12	Ensaio de flamabilidade.....	39
9.3.13	Ensaio de absorção de água .....	39
9.3.14	Ensaio mecânico de longa duração .....	39
9.3.15	Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva 40	
9.3.16	Ensaio de resistência à propagação de chama.....	40
9.3.17	Ensaio de radiografia digitalizada ou computadorizada.....	40
9.3.18	Ensaio de identificação da matéria prima.....	40

9.4	RELATÓRIOS DE ENSAIOS .....	41
10	PLANO DE AMOSTRAGEM.....	42
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS .....	42
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	42
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO.....	43
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS .....	43
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	43
12	NOTAS COMPLEMENTARES .....	43
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	44
14	VIGÊNCIA.....	44
15	TABELAS.....	45
	TABELA 1 - Característica técnica da cruzeta de distribuição .....	45
	TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaio de recebimento .....	46
	TABELA 3 - Relação de ensaios.....	48
16	DESENHOS .....	49
	DESENHO 1 - Característica dimensional da placa de identificação (modelo) .....	49
	DESENHO 2 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo “L” - 1.700x90x90 mm .....	50
	DESENHO 3 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo “T” - 1.900x90x90 mm .....	51
	DESENHO 4 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 2.400x112,5x90 mm .....	52
	DESENHO 5 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 3.000x112,5x90 mm .....	53
	DESENHO 6 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 3.500x112,5x90 mm .....	54
	DESENHO 7 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 5.000x140x120 mm .....	55
17	ANEXOS.....	56
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	56
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	59

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Cruzetas de Distribuição (CZD), tipo tubular maciça (TTM), confeccionado em polietileno de alta densidade (PEAD), reforçadas com barras de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV), a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas para linhas e redes de distribuição, em classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas Normas Técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

### NOTA:

1. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em linhas de distribuição em alta tensão (LDAT) e subestações de distribuição (SED).

## 3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS


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

## 4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 15956, Cruzetas poliméricas - Especificação, métodos de ensaio, padronização e critérios de aceitação





Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, as cruzetas de distribuição devem satisfazer às exigências desta, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.

#### 4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências

- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001
- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham “benzeno” em sua composição
- Resolução Normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia


## 4.2 Normas técnicas brasileiras

- ABNT IEC 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 5310, Materiais plásticos para fins elétricos - Determinação da absorção de água
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência - Terminologia

- ABNT NBR 8453-3, Cruzetas de distribuição e protendido para redes de distribuição e de transmissão de energia elétrica - Parte 3: Ensaio mecânicos, cobrimento de armadura e inspeção geral
- ABNT NBR 10296, Material isolante elétrico - Avaliação de sua resistência ao trilhamento elétrico e erosão sob severas condições ambientais - Método de ensaio
- ABNT NBR 13230, Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia
- ABNT NBR 13977, Cabos ópticos - Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) - Método de ensaio
- ABNT NBR 16094, Acessórios poliméricos para redes aéreas de distribuição de energia elétrica - Especificação
- ABNT NBR IEC 60060-1, Técnicas de ensaios elétricos de alta tensão
- ABNT NBR NM IEC 60811-1-1, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas

### 4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM D570, Standard test method for water absorption of plastics
- ASTM D2303, Standard test methods for liquid-contaminant, inclined-plane tracking and erosion of insulating materials
- ASTM D3418, Standard test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry
- ASTM E1252, Standard practice for general techniques for obtaining infrared spectra for qualitative analysis

- 
- ASTM G155, Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non metallic materials
  - IEC 60060-1, High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements
  - IEC 60587, Electrical insulating materials used under severe ambient conditions - Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion
  - IEC 60695-11-10, Fire hazard testing - Part 11-10: Test flames - 50 W horizontal and vertical flame test methods
  - IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
  - IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
  - IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
  - IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
  - IEC 60811-501, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 501: Mechanical tests - Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds
  - IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
  - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
  - ISO 62, Plastics - Determination of water absorption

- ISO 1043-1, Plastics - Symbols and abbreviated terms - Part 1: Basic polymers and their special characteristics
- ISO 4650, Rubber - Identification - Infrared spectrometric methods
- ISO 4892-2, Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps
- ISO 11357-1, Plastics - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 1: General principles
- ISO 11358-1, Plastics - Thermogravimetry (TG) of polymers - Part 1: General principles
- UL 94, Test for flammability of plastics for parts in devices and appliances

#### NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- III. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- V. As siglas acima referem-se a:
  - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
  - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Standardization Organization
- UL - Underwriters Laboratories


## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 15956, complementadas pelos seguintes termos:

### 5.1 Cruzeta (CZ)

Peça de eixo sensivelmente retilíneo, sem emendas, destinada a suportar condutores e equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica.

#### 5.1.1 Cruzeta de distribuição (CZD)



Peça destinada a suportar os esforços mecânicos provenientes dos isoladores, condutores e equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica.

### 5.1.2 Cruzeta polimérica

Peça constituída de composto polimérico, podendo ser reforçada internamente com barras de PRFV, com eixo retilíneo, sem emendas, destinada a suportar os esforços mecânicos provenientes dos isoladores, condutores e equipamentos de redes aéreas de distribuição de energia elétrica.

## 5.2 Carga de ruptura ( $C_r$ )

Carga que provoca o rompimento ou a fluência da cruzeta em uma seção transversal. A ruptura é definida pela carga máxima indicada no aparelho de medida dos esforços, carregando-se a cruzeta de modo contínuo e crescente.

A fluência pode ser caracterizada como o ponto onde o material não suporta mais a carga aplicada, mesmo sem apresentar ruptura, em função de propriedades elásticas do material.

## 5.3 Carga no limite elástico

Carga máxima de eventual utilização do elemento estrutural correspondente a uma sobrecarga de 40 % para concreto armado.

## 5.4 Carga nominal ( $C_n$ )

Carga nominal que a cruzeta deve suportar continuamente, na direção e sentido indicados no plano de aplicação e passando pelo eixo da cruzeta, de grandeza tal que não produza em nenhum plano transversal: momento fletor que prejudique a qualidade dos materiais, trincas e flechas superiores às especificadas.

## 5.5 Chanfro ou bisel

Arredondamento das quatro arestas, no sentido longitudinal da cruzeta.

## 5.6 Durabilidade

Propriedade da cruzeta que expressa o período desta em resistir ao intemperismo.

## 5.7 Face maior (A)

Face da cruzeta que apresenta a furação padrão para fixar a cruzeta ao poste.

## 5.8 Face menor (B)

Face da cruzeta que apresenta a furação padrão para fixação dos isoladores tipo suporte.

## 5.9 Flamabilidade

Comportamento do material na presença do fogo.

## 5.10 Flecha

Medida do deslocamento de um ponto em um determinado plano, provocado pela ação de uma carga.

## 5.11 Flecha residual

Flecha que permanece após a remoção dos esforços, determinada pelas condições especificadas.

## 5.12 Plano transversal

Plano normal ao eixo longitudinal da cruzeta.

## 5.13 Polietileno de alta densidade (PEAD)

É um plástico rígido, resistente à tração, tensão, compressão e com moderada resistência ao impacto.

Também pode ser identificada como High Density Polyethylene (HDPE).



#### 5.14 Polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV)

É um material composto da aglomeração de finíssimos filamentos de vidro, que são rígidos altamente flexíveis, à resina poliéster ou outro tipo de resina.

#### 5.15 Retilidade

Desvio máximo permitido da cruzeta relativo a uma linha ao longo do seu comprimento total. Este desvio corresponde à distância máxima medida entre a face externa da cruzeta e uma linha estendida de face a face, no ponto considerado.

#### 5.16 Seção transversal

Plano normal ao eixo longitudinal da cruzeta.

#### 5.17 Trilhamento elétrico (tracking)

Fenômeno que se inicia na superfície do material, devido circulação de corrente de fuga, originada pelo surgimento de diferença de potencial entre dois pontos da superfície, resultando na degradação irreversível do material polimérico provocada pela formação de caminhos que se iniciam e se desenvolvem na superfície do material isolante, sendo condutivos mesmo quando secos.

#### 5.18 Ensaio de recebimento

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

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

#### 5.19 Ensaio de tipo

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

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

## 5.20 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são executados em unidades recolhidas em cada unidade de negócio.

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

## 6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

O cadastro comercial via Web Supply é obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é realizada de acordo com os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidas, como pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

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

## 7 CONDIÇÕES GERAIS

### 7.1 Condições do serviço

As cruzetas de distribuição tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:

- Máxima do ar ambiente: 45 °C;
  - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
  - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/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 às cruzetas ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

## 7.2 Linguagens e unidades de medida

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

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

### NOTA:

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

### 7.3 Acondicionamento

As cruzetas de distribuição deveram ser acondicionadas em grupos de 30 (trinta) unidades, sobre pallet ou outra base que permita seu transporte sem danos ao produto, não retornáveis, com massa bruta não superior a 2.000 (dois mil) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) O grupo deverá ser formado de 6 (seis) cruzetas na base e 5 (cinco) cruzetas de altura. As embalagens devem ser construídas de modo a possibilitar o uso de empilhadeiras, carro hidráulico e pontes rolantes;
- b) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;
- c) A embalagem deve ser projetada de modo a manter peso e dimensões dentro de limites razoáveis, facilitando o manuseio, armazenamento e transporte. As embalagens devem permitir o uso de empilhadeiras e carro hidráulico;
- d) O material em contato com as cruzetas não deve:
  - Adicionar aderência;
  - Causar contaminação;
  - Provocar corrosão durante o armazenamento;
  - Retenção de umidade.
- e) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

**NOTAS:**

**VII. A embalagem quando confeccionada em madeira, a mesma:**

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

**VIII. A embalagem deve ser feita com material reciclável. Não serão aceitas embalagens feitas de poliestireno expandido, popularmente conhecido como "isopor".**

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

- a) Nome ou Marca 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 cruzetas de distribuição (tipo, quantidade, comprimento (m), seção nominal (mm) etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 15956;

- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

#### NOTAS:

- IX. O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.
- X. O fornecedor estrangeiro deve enviar 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, transporte e recebimento das cruzetas de distribuição, a legislação ambiental brasileira, bem como outras legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem obedecer à legislação ambiental vigente em seus países de origem e às normas internacionais relacionadas à produção, manuseio e transporte das cruzetas de distribuição até a entrega no local indicado pela Energisa. Em caso de transporte em território brasileiro, os fabricantes e fornecedores estrangeiros também devem cumprir a legislação ambiental brasileira e outras legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações que possam afetar a Energisa devido a práticas prejudiciais ao meio ambiente, se originadas por ele ou por seus subfornecedores.

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



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

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

## 7.5 Expectativa de vida útil

As cruzetas de distribuição devem ter uma expectativa de vida útil mínima de 15 (quinze) anos a partir da data de fabricação, contra qualquer falha das unidades do lote fornecido, com base nos seguintes termos e condições:

- Não são admitidas falhas decorrentes do processo fabril nos primeiros 10 (dez) anos de vida útil;
- A partir do 11º ano, é admitida uma taxa de 0,1% de falhas para cada período de 1 (um) ano, acumulando-se no máximo 0,5% de falhas no final do período de vida útil.

### NOTA:

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

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

## 7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitas cruzetas de distribuição em obras particulares para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam às seguintes condições:

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


### NOTAS:

- XII. A critério da Energisa, as cruzetas de distribuição poderão 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 cruzetas de distribuição pode ser consultada no site da Energisa, por meio do link abaixo:

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

## 7.8 Avaliação técnica do material





O fornecedor deve apresentar os seguintes documentos técnicos, atendendo aos requisitos especificados pela Energisa, relativos a prazos e outras condições de apresentação de documentos:

- a) Apresentar o quadro de dados técnicos e características garantidas totalmente preenchido e corretamente, conforme apresentado no Anexo 1;
- b) Apresentar desenhos técnicos detalhados;
- c) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

Quando as cruzetas de distribuição propostas apresentarem divergências em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de Engenharia e Cadastro, conforme o Anexo 2.

#### NOTAS:

- XIV. Durante a consulta para aprovação dos desvios, estes devem ser claramente identificados e tratados como tal, tanto no texto quanto nos desenhos.
- XV. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos que não estejam em conformidade com a presente especificação técnica.

## 8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

As cruzetas de distribuição devem ser definidas por:

- a) Corpo único;
- b) Formato: tipo “L”, tipo “T” ou tipo retangular;
- c) Comprimento nominal, em milímetros (mm);
- d) Carga nominal, em decanewton (daN).

As cruzetas de distribuição devem suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

## 8.1 Processo de fabricação

As cruzetas de distribuição devem ser manufaturadas pelo processos de pultrusão e/ou extrusão, sem emendas. Caso necessário, serão permitidos reforços mecânicos por meio de barras de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV).

**NOTA:**

**XVI. Não serão aceitas, em hipótese alguma, cruzetas de distribuição com reforços estruturais de composição metálica.**

## 8.2 Materiais

As cruzetas de distribuição deverão ser maciças, confeccionada de polietileno de alta densidade (PEAD), de boa qualidade, resistentes aos raios ultravioletas, umidade, variações de temperatura, impactos mecânicos, devendo conter agentes químicos antidegradantes de maneira a assegurar total resistência à ação de agentes corrosivos e biológicos tais como insetos, roedores, aves e fungos.

**NOTA:**

**XVII. O polietileno de alta densidade (PEAD) utilizados na confecção das cruzetas, deverão conter, no máximo, 25 % (vinte e cinco por cento) de material reciclável.**

## 8.3 Características dimensionais

As cruzetas de distribuição devem possuir dimensões e características, conforme:

a) Cruzetas de distribuição:

- Tipo “L”: Tabela 1 e Desenho 2;
- Tipo “T” : Tabela 1 e Desenho 3;
- Tipo retangular: : Tabela 1 e Desenho 4 a 7;

b) Retilidade (máximo): 0,25 % do comprimento nominal, em qualquer trecho;

c) Peso máximo: até 35 (trinca e cinco) quilogramas.

Admitindo-se as seguintes tolerâncias:

- Comprimento:  $\pm 10$  mm;
- Dimensões transversais  $\pm 2,0$  mm;
- Diâmetro dos furos:  $\pm 1,0$  mm;
- Dimensões entre furos:  $\pm 2,0$  mm;

**NOTA:**

**XVIII. As tolerâncias não são acumulativas.**

Os furos devem ser cilíndricos ou ligeiramente troncocônicos, de forma que não cause dificuldades para passagem de parafusos ou pinos, com diâmetro de 18 mm ( $\pm 1,0$ ), e devem seguir ainda às seguintes exigências:

- a) Todos os furos devem ter eixo perpendicular ao plano que contém a face da cruzeta, os diâmetros e os espaçamentos entre eles devem ser de acordo com o indicado em seus respectivos desenhos desta especificação;
- b) Não deve haver comunicação interna entre furos;
- c) Não deve haver obstrução nos furos.

**NOTA:**

**XIX. Nos furos de configuração troncocônica, o diâmetro menor define o diâmetro do furo.**

## 8.4 Acabamento

As cruzetas de distribuição devem apresentar acabamento liso, contínuo e uniforme, sem cantos vivos, reentrâncias, arestas cortantes ou rebarbas, especialmente nos pontos de injeção do material. Não são permitidas asperezas, rugosidades ou

imperfeições que possam dificultar as condições de utilização ou colocar em risco a integridade física do instalador.

As cruzetas de distribuição devem ser produzidas na cor cinza, seguindo o padrão Munsell N 3.5 ou o padrão RAL 7038, ou em tons mais claros.

**NOTA:**

**XX. Os tons de cinza mais claros serão os preferidos.**

## 8.5 Identificação

A cruzeta de distribuição deve ser provida de placa de identificação, confeccionada em aço inoxidável ou alumínio anodizado, à prova de intempéries, posicionada de forma visível e fixada ao corpo da mesma, com dimensões conforme Desenho 1.

A placa deve apresentar as seguintes identificações, de forma legível e indelével:

- a) Nome ou marca comercial do fabricante;
- b) Código de rastreabilidade (número do lote);
- c) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);
- a) Dimensões das faces “A” e “B” e comprimento total, em milímetros (mm);
- b) Carga nominal, em decanewton (daN);
- c) Material da camada externa protetiva.

**NOTAS:**

- XXI. Alternativamente, poderá ser utilizado a identificação na tampa lateral da cruzeta, mediante aprovação previa da Energisa;**
- XXII. Todos os materiais poliméricos contidos nesta Especificação Técnica, devem contar em seu corpo, o símbolo do ciclo de Mobius, conforme ABNT NBR 13230 ou ISO 1043-1, para identificação do material, conforme Figura 1. O uso de um texto explicativo é opcional.**



Figura 1 - Símbolo de ciclo de Mobius - Exemplo.

## 8.6 Características elétricas

As cruzetas de distribuição deve suportar um valor de tensão disruptiva a seco, em frequência industrial (60 Hz), superior a 10 kV/mm, aplicada durante 1 (um) minuto.

## 8.7 Características mecânicas

As cruzetas de distribuição devem apresentar, ao longo de toda a sua vida útil:

- Carga nominal ( $C_n$ ) conforme definido na Tabela 1;
- Resistência de torção mínima de 100 daN;
- Resistência de tração lateral mínima de 160 daN.


As cruzetas de distribuição submetidas a uma tração igual:


- À carga nominal, no plano de aplicação das cargas, não devem apresentar flechas superiores a 1,5 % do comprimento medido do ponto de aplicação da carga ao ponto de fixação.
- À 140 % da carga nominal, no plano de aplicação das cargas, não devem apresentar flechas residuais superiores aos estabelecidos na Tabela 1.

A carga de ruptura ( $C_r$ ) não pode ser inferior a 2 (duas) vezes a carga nominal.

# 9 INSPEÇÃO E ENSAIOS


## 9.1 Generalidades

- 
- a) Os materiais devem ser submetidos à 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. O fornecedor deve comunicar à Energisa as datas em que os lotes estarão prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência mínima de:
- 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
  - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer momento que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais estiverem sendo fabricados, fornecendo as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor pode exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar seu Plano de Inspeção e Testes (PIT) para aprovação da Energisa. O PIT deve indicar os requisitos de controle de qualidade para matérias-primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, além de uma descrição sucinta dos ensaios (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deve apresentar juntamente com o pedido de inspeção a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
- e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares aos especificados, podem ser aceitos se realizados em laboratórios oficialmente reconhecidos, com validade máxima de 5 (cinco) anos, e se a Energisa considerar que tais dados comprovam que os materiais propostos atendem ao especificado. Os dados de ensaios devem ser



completos, com todas as informações necessárias, indicando claramente as datas de execução. A decisão final quanto à aceitação dos dados de ensaios de tipos existentes será tomada posteriormente pela Energisa, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios só será válida por escrito.

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, a aprovação prévia pela Energisa é necessária.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Na ocasião da inspeção, devem estar dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
  - Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
  - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa sobre a qualidade do material e/ou da fabricação. Em tais casos, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao



fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de discrepância em relação às exigências desta Especificação Técnica, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.

- k) Após a inspeção dos materiais/equipamentos, o fabricante deverá encaminhar à Energisa, por meio digital, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.
- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) 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:**

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

## 9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

### 9.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de resistência à flexão à carga nominal, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de resistência à flexão ao limite de carga excepcional ( $1,4 \times C_n$ ) , conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de carga mínima de ruptura ( $C_r$ ) , conforme item 9.3.5;
- d) Ensaios de resistência à torção, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de tração lateral, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de resistência ao torque, conforme item 9.3.8;

- g) Ensaios mecânicos do composto, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaios mecânicos do composto, após o envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV) , conforme item 9.3.10;
- i) Verificação da resistência ao trilhamento e erosão, conforme item 9.3.11;
- j) Ensaio de flamabilidade, conforme item 9.3.12;
- k) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.13;
- l) Ensaio mecânico de longa duração, conforme item 9.3.14;
- m) Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva, conforme item 9.3.15;
- n) Ensaio de resistência à propagação de chama, conforme item 9.3.16.

## 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 resistência à flexão à carga nominal, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de resistência à flexão ao limite de carga excepcional ( $1,4 \times C_n$ ) , conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de carga mínima de ruptura ( $C_r$ ) , conforme item 9.3.5;
- f) Ensaios de resistência à torção, conforme item 9.3.6;
- g) Ensaio de tração lateral, conforme item 9.3.7;
- h) Ensaio de resistência ao torque, conforme item 9.3.8;
- i) Ensaio de resistência à propagação de chama, conforme item 9.3.16;

j) Ensaio de radiografia digitalizada ou computadorizada, conforme item 9.3.17.

### 9.2.3 Ensaio especiais (E)

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

- a) Ensaio de resistência à flexão à carga nominal, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de resistência à flexão ao limite de carga excepcional ( $1,4 \times C_n$ ) , conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de carga mínima de ruptura ( $C_r$ ) , conforme item 9.3.5;
- d) Ensaios de resistência à torção, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de tração lateral, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de resistência ao torque, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaios mecânicos do composto, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaios mecânicos do composto, após o envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV) , conforme item 9.3.10;
- i) Verificação da resistência ao trilhamento e erosão, conforme item 9.3.11;
- j) Ensaio de flamabilidade, conforme item 9.3.12;
- k) Ensaio de absorção de água, conforme item 9.3.13;
- l) Ensaio mecânico de longa duração, conforme item 9.3.14;
- m) Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva, conforme item 9.3.15;
- n) Ensaio de resistência à propagação de chama, conforme item 9.3.16;
- o) Ensaio de radiografia digitalizada ou computadorizada, conforme item 9.3.17;
- p) Ensaio de identificação da matéria prima, conforme item 9.3.18.

## 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 verificação dimensional em:

- a) Dimensionais das cruzetas, conforme Desenhos 2 a 7;
- b) Retilidade, conforme 9.3.2.1;
- c) Furação.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não conformidade desses requisitos estabelecidos nos Desenhos 2 a 7.

#### 9.3.2.1 Ensaio de retilidade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 8453-3.

Constitui falha, se amostra apresentar valores medidos de retilidade superiores à 0,25 % do comprimento nominal, em qualquer trecho.

### 9.3.3 Ensaio de resistência à flexão à carga nominal

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956.



Constitui falha, se amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam o seu desempenho;
- b) Flecha residual máxima em cada extremidade, no plano de aplicação das cargas, for superior ao estabelecido na Tabela 1.

#### 9.3.4 Ensaio de resistência à flexão ao limite de carga excepcional ( $1,4 \times C_n$ )

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956.

Constitui falha, se amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam o seu desempenho;
- b) Flecha residual máxima em cada extremidade, no plano de aplicação das cargas, for superior ao estabelecido na Tabela 1.

#### 9.3.5 Ensaio de carga mínima de ruptura ( $C_r$ )

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956.


Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de ruptura, com carga inferior ao estabelecido na Tabela 1.

#### 9.3.6 Ensaios de resistência à torção

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956, com tração de torção de 100 daN.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam o seu desempenho.

#### 9.3.7 Ensaio de tração lateral



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956, com tração lateral de 160 daN.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam o seu desempenho.

### 9.3.8 Ensaio de resistência ao torque

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam o seu desempenho.

### 9.3.9 Ensaios mecânicos do composto

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 ou IEC 60811-501, e estar em conformidade com ABNT NBR 15956.

Este ensaio não possui critérios de reprovação. Os valores medidos devem ser registrados nos relatórios e serão utilizados para comparação com os resultados dos ensaios realizados após o envelhecimento.

### 9.3.10 Ensaios mecânicos do composto, após o envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV)

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ASTM G155 (ciclo 1) ou ISO 4892-2, e estar em conformidade com ABNT NBR 15956.

Após o ensaio de envelhecimento, as amostras devem ser submetidos aos ensaio de tração e flexão, conforme o item 9.3.10.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- a) Tensão de ruptura: variação superior à  $\pm 25 \%$ ;
- b) Alongamento de ruptura: variação superior à  $\pm 25 \%$ ;

- c) Apresentar sinais de erosão superiores a 0,1 mm, fissuras, fraturas ou bolhas na superfície e a identificação deve permanecer legível.

### 9.3.11 Verificação da resistência ao trilhamento e erosão

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 10296 (método 2, critério A) ou ASTM D2303 ou IEC 60587.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência ao trilhamento e erosão inferiores à 1,50 kV (classe 2A).

### 9.3.12 Ensaio de flamabilidade

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da UL 94 (método de queima vertical) ou IEC 60695-11-10 (método A).

Constitui falha, se amostra apresentar ocorrência de classificação de inflamabilidade inferior à V-1.

### 9.3.13 Ensaio de absorção de água

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 5310 ou ASTM D570 ou ISO 62.

Constitui falha, se amostra apresentar valores medidos de absorção de água superiores a 3,0 %.

### 9.3.14 Ensaio mecânico de longa duração

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Fissuras, trincas, rachaduras ou deformação que comprometam o seu desempenho;
- b) Fecha nominal superior ao estabelecido na Tabela 1;

c) Flecha residual máxima superior a 20 mm.

### 9.3.15 Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR IEC 60060-1 ou IEC 60060-1, e estar em conformidade com ABNT NBR 15956.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de carga disruptiva ou qualquer dano ao material durante o ensaio.

### 9.3.16 Ensaio de resistência à propagação de chama

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 15956.

Constitui falha, se amostra apresentar ocorrência de chama se propagando e não extinguindo-se em, no máximo, 30 (trinta) segundos, após a retirada da fonte de calor.

### 9.3.17 Ensaio de radiografia digitalizada ou computadorizada

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 16094.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Quaisquer tipos de descontinuidade;
- Presença de partes metálicas.

#### NOTA:

XXIV. Este ensaio pode ser substituído, mediante aprovação da Energisa, pelo ensaio de fatiamento, conforme os procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 16094.

### 9.3.18 Ensaio de identificação da matéria prima

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da:



- Termogravimétrica de polímeros (TGD), conforme ISO 11358-1; ou
- Calorimetria diferencial por varredura (DSC), conforme ABNT NBR 13977 ou ASTM D3418 ou ISO 11357-1; ou
- Espectrometria por infravermelho (IR), conforme ASTM E1252 ou ISO 4650.

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

#### 9.4 Relatórios de ensaios

Nos relatórios de ensaios devem constar todas as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, além dos requisitos mínimos abaixo:

- 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 PLANO 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 15956 e demais normas indicadas.

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

### 10.2 Ensaios de recebimento

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

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

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

## 11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

### 11.1 Ensaios de tipo e especiais

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

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

### 11.2 Ensaios de recebimento

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

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

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

## 12 NOTAS COMPLEMENTARES

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

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

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

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

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

## 13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
06/11/2019	0.0	<ul style="list-style-type: none"><li>Desmembramento da ETU-115 em:<ul style="list-style-type: none"><li>✓ ETU-115.1 - Cruzeta de distribuição de poliéster reforçado com fibra de vidro (PRFV); e</li><li>✓ ETU-115.2 - Cruzeta de distribuição de polietileno de alta densidade (PEAD).</li></ul></li></ul>
01/09/2021	1.0	<ul style="list-style-type: none"><li>Adequação à versão da ABNT NBR 15956/2021;</li><li>Inclusão do Anexo 1.</li></ul>
01/02/2023	2.0	<ul style="list-style-type: none"><li>Inclusão dos itens 6, 7.8, 8.6.1, 8.6.2, 8.6.3, 8.6.4, 8.6.5 e Anexo 2;</li><li>Alteração dos itens 7.3, 7.4, 7.5, 7.6, 8.2, 8.6 e 9.1</li><li>Desmembramento do ensaio de resistência a flexão.</li></ul>
01/11/2024	3.0	<ul style="list-style-type: none"><li>Inclusão de ensaios internacionais.</li></ul>

## 14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/03/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

## 15 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica da cruzeta de distribuição



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Tipo de cruzeta	Comprimento nominal	Carregamento			Esforço para cada extremidade (esforços simultâneos)			Flecha para ensaio de resistência à flexão	
			Nominal	Excepc.	Ruptura	Horizontal	Vertical	Longitudinal	Máxima	Residual Máxima
		(mm)	(daN)			(daN)			(mm)	
90576	L	1.700	300	420	600	300	300	150/300	40	8
90575	T	1.900	250	350	500	250	250	150/300	30	6
90577	T	2.400	400	560	800	400	400	150/300	60	12
90834	Retangular	2.400								
90892	Retangular	3.000								
90578	Retangular	3.500								
90579	Retangular	5.000								

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaio 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>Ensaio mecânicos;</li> <li>Resistência à propagação de chama.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiografia digitalizada ou computadorizada</li> </ul>		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 4,0 %				Amostragem simples normal Nível especial de inspeção		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
2 a 15	-	2	0	1	-	2	0	1	0	2	1
16 a 25	-	3	0	1	-	2	0	1	0	2	1
26 a 50	1 <sup>a</sup>	5	0	2	-	2	0	1	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		1	2							
51 a 90	1 <sup>a</sup>	8	0	2	-	3	0	1	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		1	2							
91 a 150	1 <sup>a</sup>	13	0	3	-	3	0	1	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		3	4							
151 a 280	1 <sup>a</sup>	20	1	4	1 <sup>a</sup>	5	0	2	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		4	5	2 <sup>a</sup>		1	2			
281 a 500	1 <sup>a</sup>	32	2	5	1 <sup>a</sup>	5	0	2	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		6	7	2 <sup>a</sup>		1	2			

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaio 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>Ensaio mecânicos;</li> <li>Resistência à propagação de chama.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Radiografia digitalizada ou computadorizada</li> </ul>		
	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %				Amostragem simples normal Nível de inspeção S3 NQA 4,0 %				Amostragem simples normal Nível especial de inspeção		
	Amostra		Ac	Re	Amostra		Ac	Re	Amostra	Ac	Re
	Seq.	Tam.			Seq.	Tam.					
501 a 1.200	1 <sup>a</sup>	50	3	7	1 <sup>a</sup>	8	0	2	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		8	9	2 <sup>a</sup>		1	2			
1.201 a 3.200	1 <sup>a</sup>	80	5	9	1 <sup>a</sup>	8	0	2	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		12	13	2 <sup>a</sup>		1	2			
3.200 a 5.000	1 <sup>a</sup>	125	7	11	1 <sup>a</sup>	13	0	3	0	2	1
	2 <sup>a</sup>		18	19	2 <sup>a</sup>		3	4			

Legenda:

Seq. - Sequência;

Tam. - Tamanho;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação de ensaios

Item	Descrição do ensaio	Tipo de ensaio
9.3.1	Inspeção geral	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio de resistência à flexão à carga nominal	T / RE / E
9.3.4	Ensaio de resistência à flexão ao limite de carga excepcional (1,4 x Rn)	T / RE / E
9.3.5	Ensaio de carga mínima de ruptura (Cr)	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de resistência à torção	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de tração lateral	T / RE / E
9.3.8	Ensaio de resistência ao torque	T / RE / E
9.3.9	Ensaio mecânico do composto	T / E
9.3.10	Ensaio mecânico do composto, após o envelhecimento em câmara de ultravioleta (UV)	T / E
9.3.11	Verificação da resistência ao trilhamento e erosão	T / E
9.3.12	Ensaio de flamabilidade	T / E
9.3.13	Ensaio de absorção de água	T / E
9.3.14	Ensaio mecânico de longa duração	T / E
9.3.15	Ensaio de tensão suportável nominal à frequência industrial sob chuva	T / E
9.3.16	Ensaio de resistência à propagação de chama	T / RE / E
9.3.17	Ensaio de radiografia digitalizada ou computadorizada	RE / E
9.3.18	Ensaio de identificação da matéria prima	E

Legenda:

T - Ensaio de tipo;

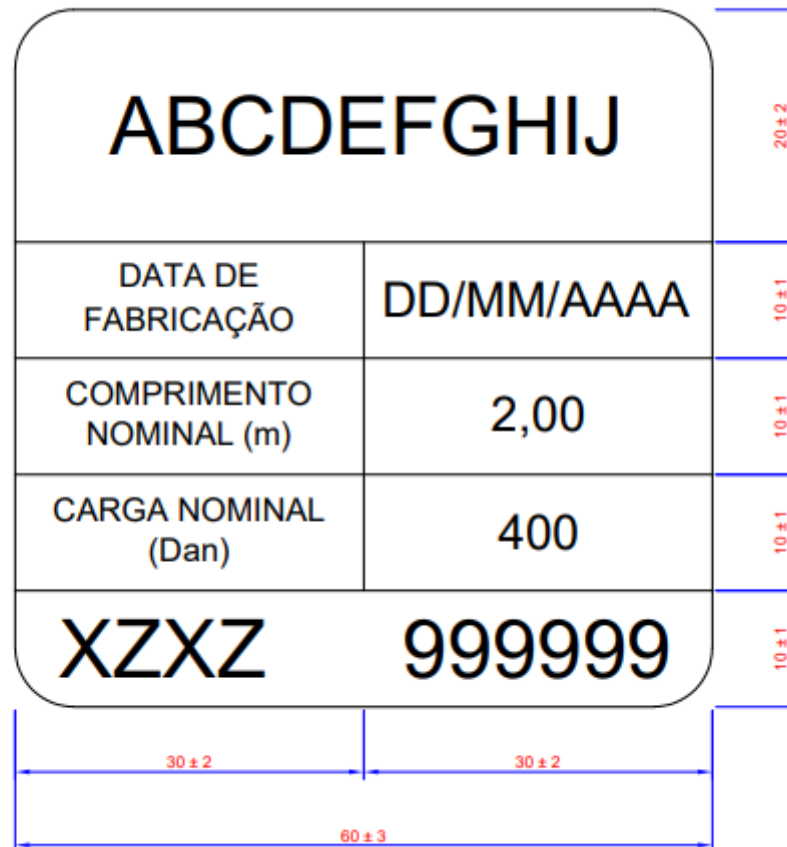
RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.



## 16 DESENHOS

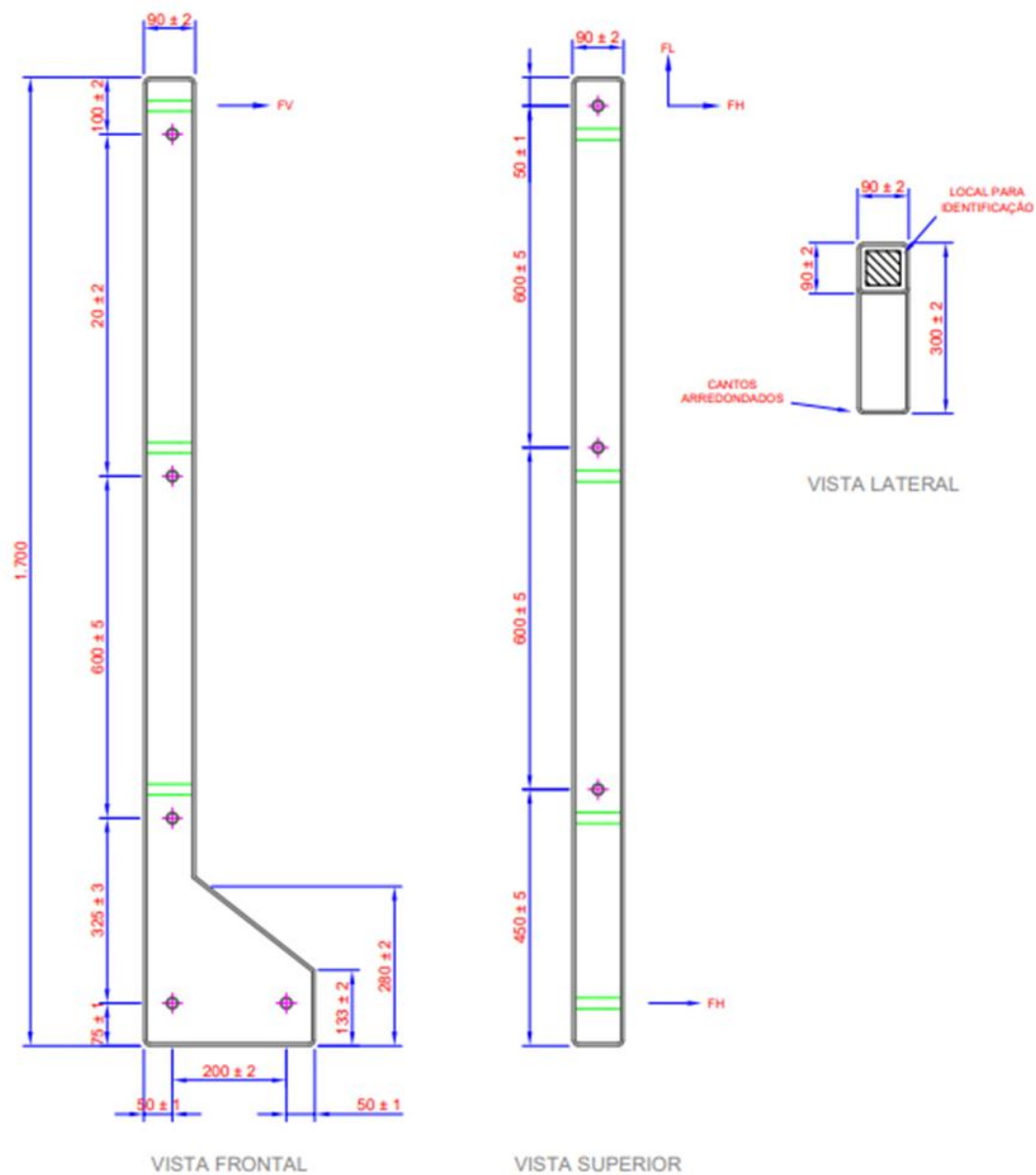
DESENHO 1 - Característica dimensional da placa de identificação  
(modelo)



### NOTAS:

- I. Dimensões em milímetros (mm);
- II. Outras formas de identificação poderão ser utilizadas, mediante a aprovação previa da Energisa.

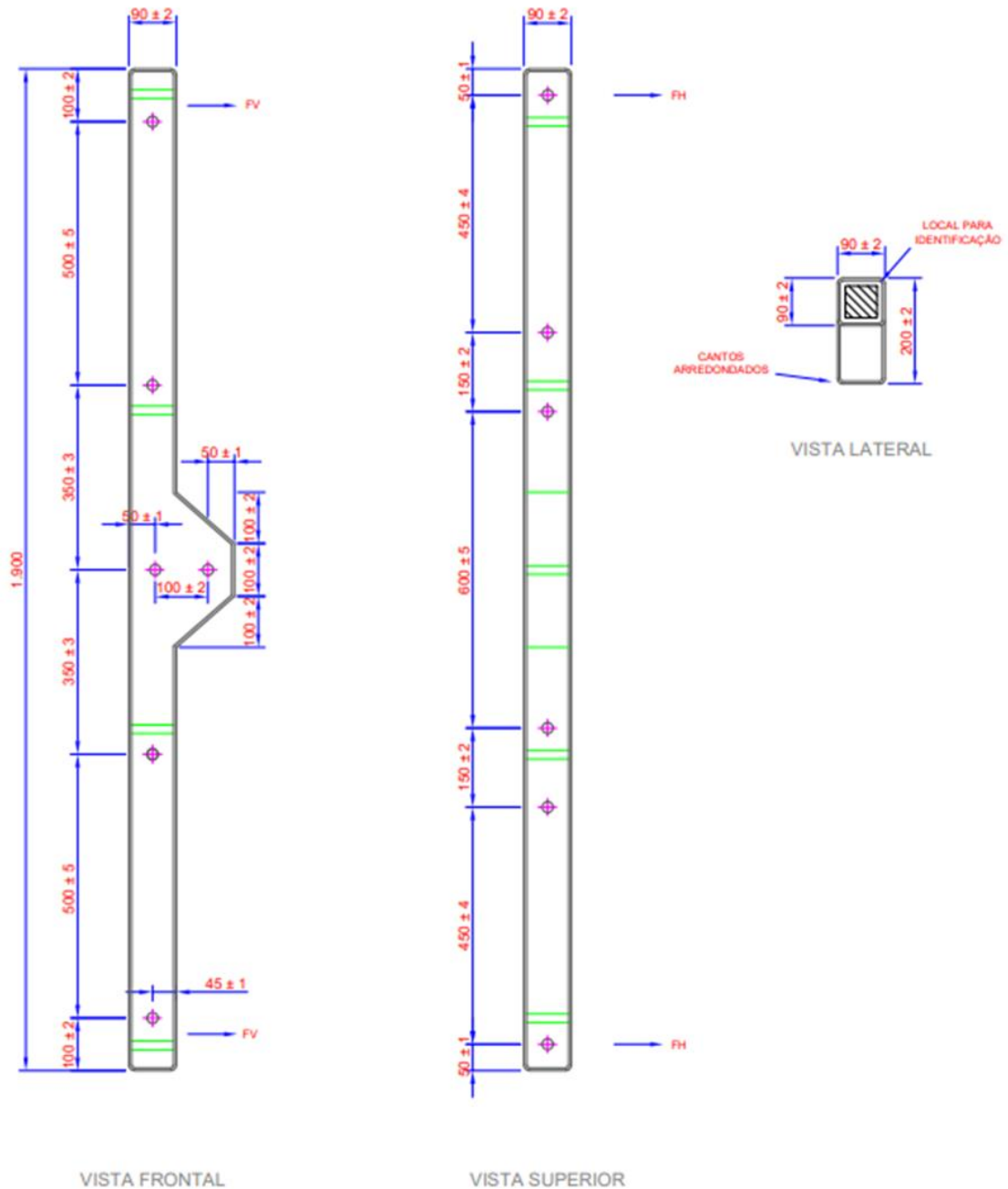
## DESENHO 2 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo "L" - 1.700x90x90 mm



NOTA:

I. Dimensões em milímetros (mm).

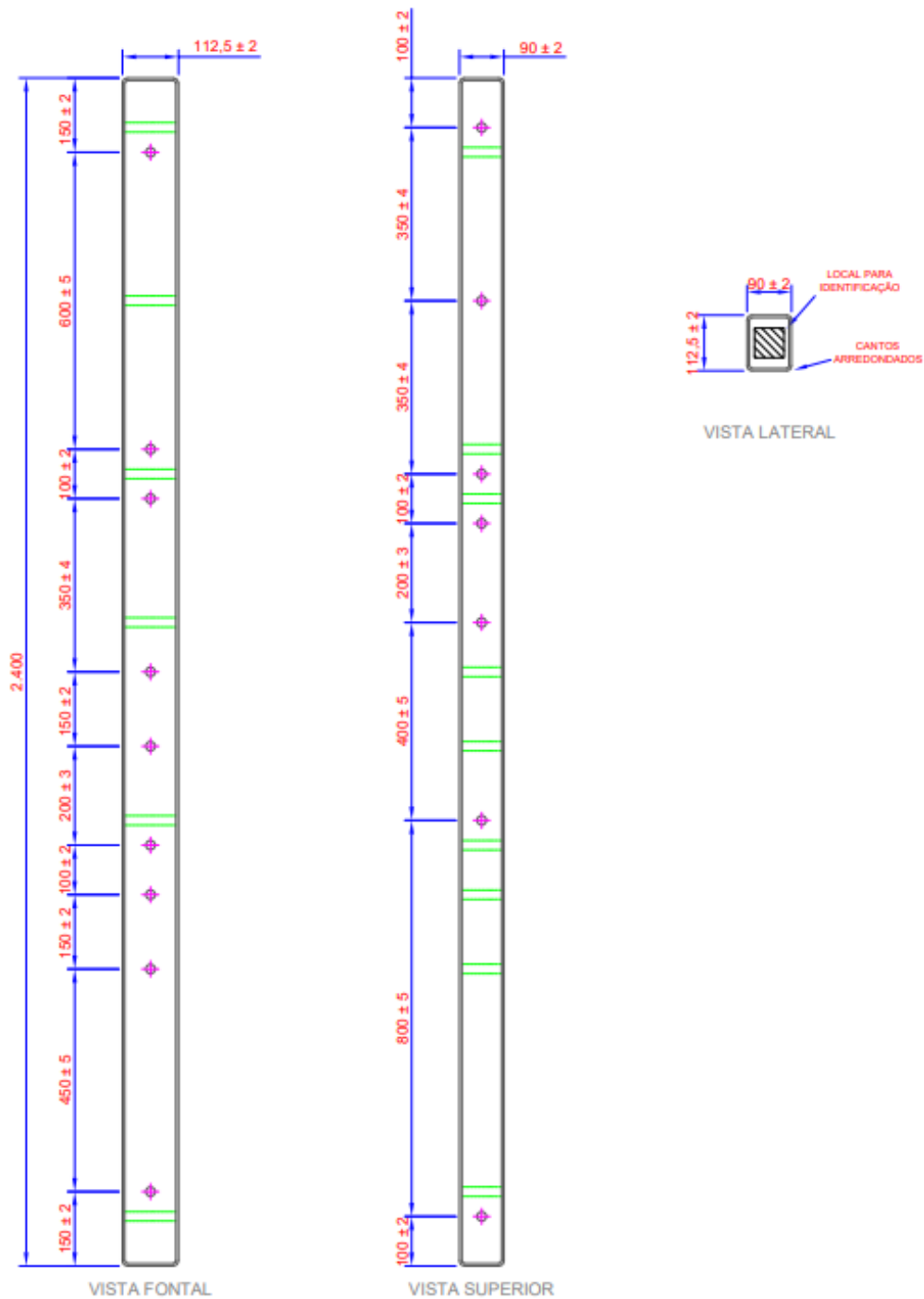
## DESENHO 3 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo “T” - 1.900×90×90 mm



NOTA:

- I. Dimensões em milímetros (mm).

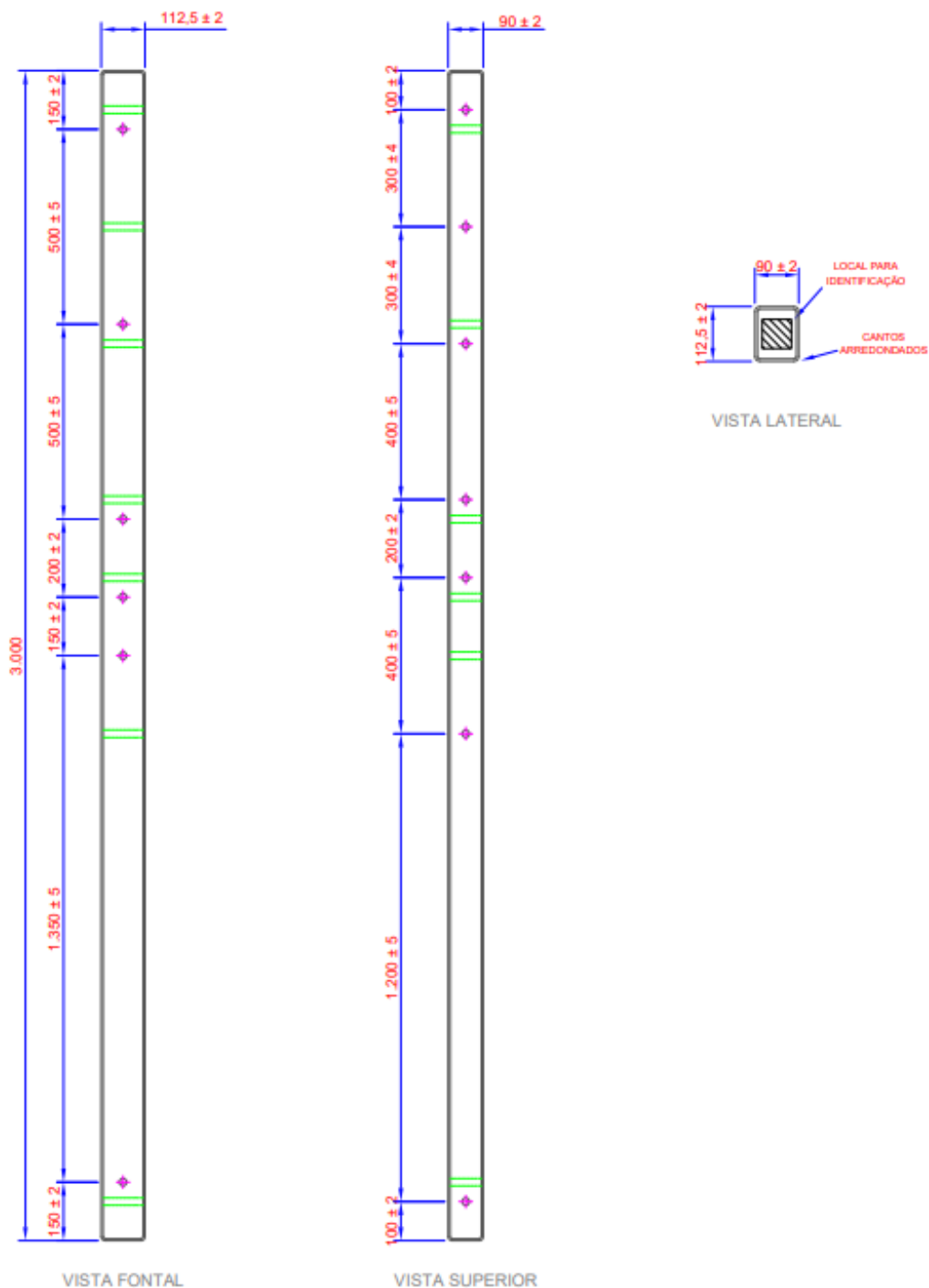
## DESENHO 4 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 2.400x112,5x90 mm



NOTA:

I. Dimensões em milímetros (mm).

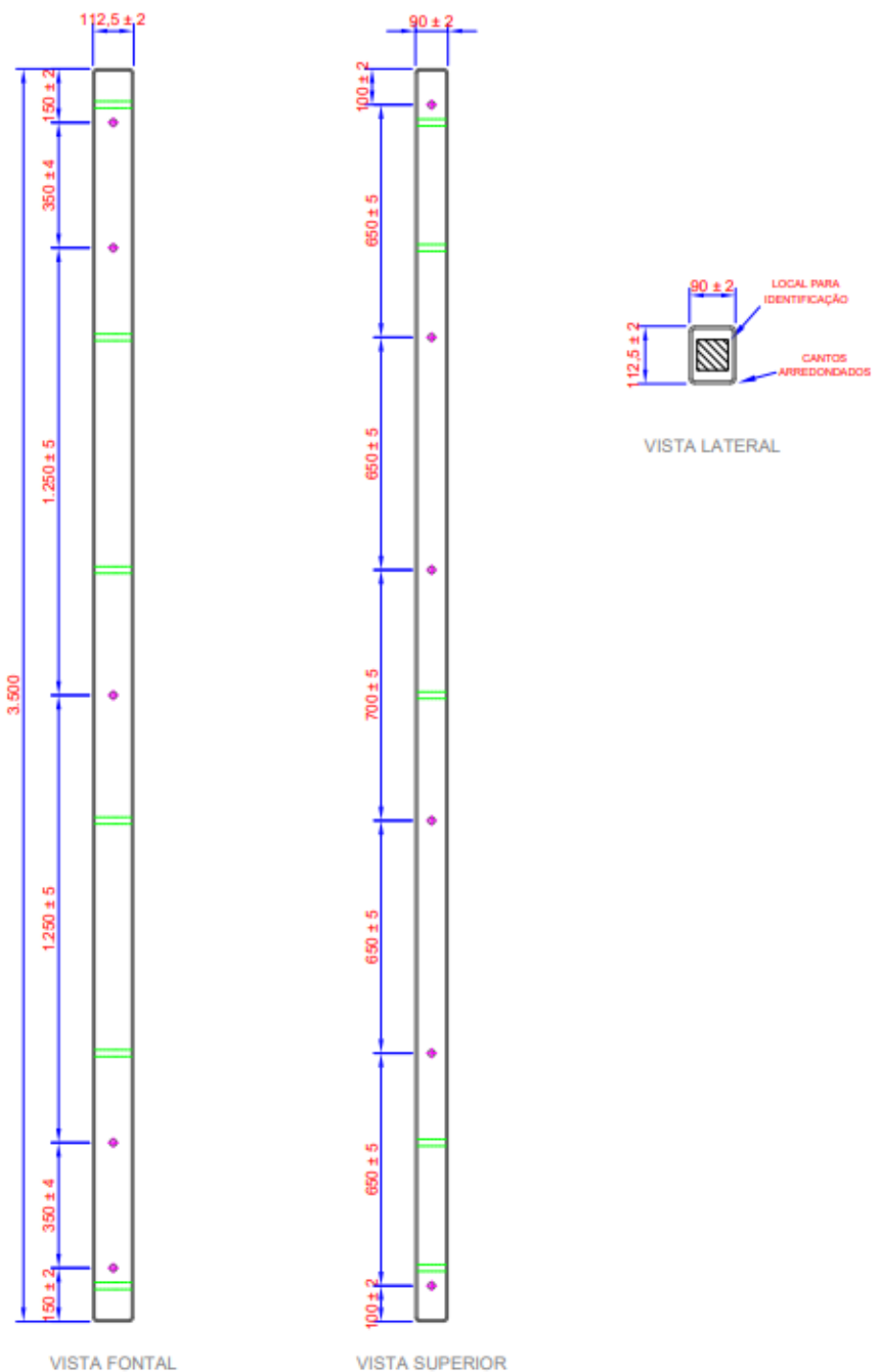
## DESENHO 5 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 3.000x112,5x90 mm



NOTA:

I. Dimensões em milímetros (mm).

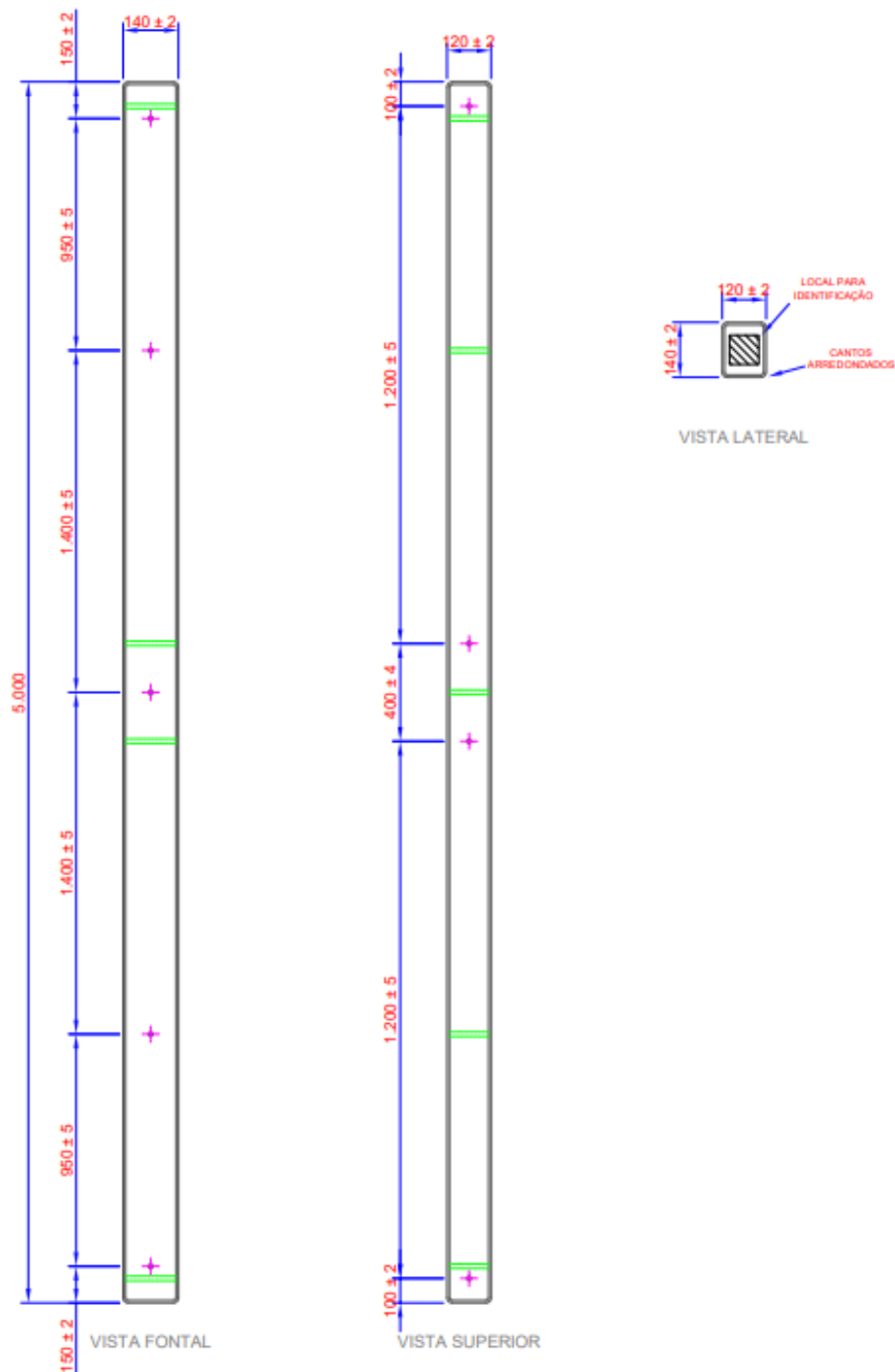
## DESENHO 6 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 3.500x112,5x90 mm



### NOTA:

1. Dimensões em milímetros (mm).

## DESENHO 7 - Característica dimensional da cruzeta de distribuição tipo retangular - 5.000x140x120 mm



NOTA:

1. Dimensões em milímetros (mm).

## 17 ANEXOS

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

#### CRUZETA DE DISTRIBUIÇÃO

Nome do fornecedor:

Nº da licitação:

Nº da proposta:

Item	Descrição	Característica / Unidade
1	Tipo/Modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Material:	
3.1	a) Tipo de polímero:	
3.2	b) Reforço mecânico:	
3.3	c) Porcentagem de material reciclado:	%
5	Característica dimensional:	
5.1	a) Comprimento nominal:	mm
5.2	b) Seção nominal:	
5.2.1	• Face A	mm
5.2.2	• Face B	mm
5.3	c) Diâmetro dos furos:	mm
5.4	d) Massa total da cruzeta:	kg
6	Características elétricas:	
6.1	a) Tensão suportável à frequência industrial, sob chuva:	kV
6.2	b) Tensão de trilhamento elétrico (valor mínimo):	kV
6.3	c) Rigidez dielétrica:	kV/mm
6.4	d) Trilhamento elétrico e erosão:	
7	Flamabilidade - classificação conforme UL 94:	




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

Item	Descrição	Característica / Unidade
8	Características mecânica	
8.1	a) Carga nominal ( $C_n$ ):	daN
8.2	b) Carga excepcional ( $C_n \times 1,4$ ):	daN
8.3	c) Carga ruptura ( $C_r$ ):	daN
8.4	d) Resistencia a torção:	daN
8.5	e) Resistencia de tração lateral:	daN
9	Máxima absorção de água:	%
10	Tipo de identificação:	
11	Embalagem:	
11.1	f) Tipo de embalagem:	
11.2	g) Número de unidades por embalagem:	
11.3	h) 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 acompanhada do 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. Erros no preenchimento do quadro de características podem 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.



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

- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.



