

*Tubos de alumínio para barramento
de subestação de distribuição (SED)*

ENERGISA/GTD-NRM/N.º071/2022

Especificação Técnica Unificada
ETU - 203.1

Versão 1.0 - Maio / 2023



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 tubos para barramentos (TBR), de liga de alumínio, tipo Schedule 40 e 80, para subestação de distribuição (SED), em classe de tensão até 145 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 1.0, datada de maio de 2023.

Cataguases - MG., Maio de 2023.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

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





Equipe técnica de revisão da ETU-203.1 (versão 1.0)

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Jairo Kennedy Soares Perez

Energisa Paraíba (EPB)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Juliano Ferraz de Paula

Energisa Sergipe (ESE)

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Marcelo Cordeiro Ferraz

Dir. Suprimentos Logística

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Sul-Sudeste (ESS)


Guilherme Damiance Souza

Energisa Tocantins (ETO)

Sumário

1	OBJETIVO.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTOS FEDERAIS	9
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA	10
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	11
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	12
5.1	BARRAMENTO	13
5.1.1	Barramento de transferência	13
5.1.2	Barramento duplo	13
5.1.3	Barramento principal	13
5.1.4	Barramento rígido	13
5.1.5	Barramento simples	14
5.2	CONDUTIBILIDADE	14
5.3	EXTRUSÃO	14
5.4	LIGA DE ALUMÍNIO.....	14
5.5	RESISTIVIDADE	14
5.6	TÊMPERA	14
5.7	TUBO.....	14
5.8	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	14
5.9	ENSAIOS DE TIPO	15
5.10	ENSAIOS ESPECIAIS	15
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	15
7	CONDIÇÕES GERAIS	16
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	16
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	16
7.3	ACONDICIONAMENTO	17
7.4	MEIO AMBIENTE	19
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	20
7.6	GARANTIA	20
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO	21
7.8	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	22
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	22
8.1	MATERIAIS	22

8.2	DIMENSÕES E TOLERÂNCIAS	22
8.3	ACABAMENTO	23
8.4	IDENTIFICAÇÃO	23
8.5	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	23
8.6	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	23
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	24
9.1	GENERALIDADES	24
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	28
9.2.1	Ensaio de tipo (T)	28
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	28
9.2.3	Ensaio especiais (E)	28
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	29
9.3.1	Inspeção geral.....	29
9.3.2	Verificação dimensional	29
9.3.3	Ensaio de determinação da composição química	29
9.3.4	Ensaio de condutividade volumétrica	30
9.3.5	Ensaio de resistividade de massa	30
9.3.6	Ensaio de propriedades mecânicas.....	30
9.3.7	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina	30
9.3.8	Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre.....	31
9.4	RELATÓRIO DOS ENSAIOS	31
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	32
10.1	ENSAIOS DE TIPO	32
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	32
10.3	ENSAIOS ESPECIAIS	33
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES	33
11.1	ENSAIOS DE TIPO	33
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	33
12	NOTAS COMPLEMENTARES	34
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	34
14	VIGÊNCIA	34
15	TABELAS.....	36
	TABELA 1 - Características técnicas dos tubos para barramentos	36
	TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação.....	38
	TABELA 3 - Relação dos ensaios	39
16	DESENHOS	40
	DESENHO 1 - Tubos para barramentos	40



17 ANEXOS	41
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	41
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	43

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Tubos para Barramentos (TBR), em liga de alumínio, tipo Schedule 40 e 80, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das estruturas de barramentos de subestações de distribuição (SED), em classe de tensão até 145 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas em vigência nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica a tubos para barramentos em liga de cobre ou barramentos para subestações abrigadas.

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 14334, Alumínio na liga 6101 - Tubos estruturais para fins elétricos - Requisitos
- ASTM B317/B317M, Standard specification for aluminum-alloy extruded bar, rod, tube, pipe, and structural profiles for electrical purposes (bus conductor)

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os tubos para barramentos 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
- 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 6599, Alumínio e suas ligas - Processos e produtos - Terminologia
- ABNT NBR 7549, Alumínio e suas ligas - Produtos laminados, extrudados, fundidos, forjados e sinterizados - Ensaio de tração
- ABNT NBR 8117, Alumínio e suas ligas - Arames, barras, perfis e tubos extrudados - Requisitos
- ABNT NBR 8094, Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio
- ABNT NBR 8096, Material metálico revestido e não-revestido - Corrosão por exposição ao dióxido de enxofre - Método de ensaio
- ABNT NBR 14070, Alumínio e suas ligas - Métodos de análises químicas

4.3 Norma técnica internacional


- ASME B36.10, Welded and seamless wrought steel pipe
- ASTM B117, Standard practice for operating salt spray (Fog) apparatus
- ASTM B193, Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
- ASTM B557M, Standard test methods for tension testing wrought and cast aluminum- and magnesium-alloy products (metric)
- ASTM D1654, Standard test method for evaluation of painted or coated specimens subjected to corrosive environments
- ASTM E1004, Standard test method for determining electrical conductivity using the electromagnetic (eddy current) method
- ASTM E3061, Standard test method for analysis of aluminum and aluminum alloys by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (performance based method)
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- 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

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
 - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
 - NBR - Norma Brasileira
 - NM - Norma Mercosul
 - ASME - American Society of Mechanical Engineers
 - ASTM - American Society for Testing and Materials
 - 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 e ABNT NBR 6599, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Barramento

Circuito constituído por condutores de impedância desprezível, ao qual são ligados linhas e equipamentos.

5.1.1 Barramento de transferência

Barramento ao qual pode ser ligada qualquer seção de uma subestação, sem passar pelo respectivo equipamento de manobra, ficando a proteção de tal seção assegurada pelo equipamento da seção de transferência, utilizável por qualquer uma das seções.

NOTA:

- V. O barramento de transferência não é considerado como parte de um barramento duplo.

5.1.2 Barramento duplo

Conjunto de dois barramentos de mesma tensão nominal, podendo as seções da subestação ser ligadas a qualquer um deles.

5.1.3 Barramento principal

Barramento normalmente utilizado na operação de uma subestação.

NOTA:

- VI. No caso de barramento duplo, qualquer um deles pode ser denominado principal.

5.1.4 Barramento rígido



Barramento formado por tubos ou perfilados rígidos.

5.1.5 Barramento simples

Barramento com um único barramento principal.

5.2 Condutibilidade

Propriedade do material ser condutor de calor, eletricidade etc.

5.3 Extrusão

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

5.4 Liga de alumínio

Alumínio que contém elementos de liga, onde o alumínio predomina em massa acima dos outros elementos e onde o teor de alumínio não é maior do que 99 %.

5.5 Resistividade

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


5.6 Têmpera

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

5.7 Tubo

Produto dúctil, oco, de seção transversal uniforme ao longo do seu comprimento, tendo só um vão com uma periferia contínua e espessura de parede uniforme.

5.8 Ensaio 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.

5.9 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.

5.10 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

7.1 Condições do serviço

Os tubos para barramentos tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.000 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura:
 - Máxima do ar ambiente: 40 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: 5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %;
- e) Nível de radiação solar: 1,0 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros;
- g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 (IEC TS 60815-1);
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos isoladores 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.

NOTA:

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

7.3 Acondicionamento

Os tubos para barramentos devem ser embalados individualmente, envolvidos com papel crepado e/ou manta plástica em toda a sua extensão, e deve ser marcada de forma indelével com os seguintes dados:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Número que identifique o produto;
- c) Liga;
- d) Têmpera;
- e) Número do lote.

Os tubos para barramentos embalados devem ser acondicionados em grupos, com peso bruto máximo de 70 (setenta) 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 pontes rolantes, empilhadeiras e/ou carro hidráulico;

- c) E demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do link:

<https://www.energisa.com.br/paginas/informacoes/taxas-prazos-e-normas/normas-tecnicas.aspx>

NOTAS:

VIII. No caso de tubos com mais de 35 (trinta e cinco) quilogramas cada um, a embalagem pode ser individual;

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

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

Cada agrupamento deve ser identificado, de forma legível e indelével, e conter as seguintes indicações:

- 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 conteúdo (tipo, quantidade etc.);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);

- h) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- i) ABNT NBR 14334/ASTM B317/B317M;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).

NOTAS:


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

7.4 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos tubos para barramentos, a legislação ambiental brasileira e as demais legislações federais, estaduais e municipais aplicáveis.

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

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



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

Quando o fornecedor utilizar madeira em suas embalagens, o mesmo deverá apresentar as informações referente ao tipo de madeira utilizada nas embalagens, seu respectivo tratamento preservativo e os efeitos desses componentes no ambiente, quando de sua disposição final (descarte).

7.5 Expectativa de vida útil

Os tubos para barramentos 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:

- XII. Entende-se por falha da tubos para barramentos, a deterioração do composto metálico, a falha na fundição e/ou na laminação etc.;
- XIII. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

7.6 Garantia

O período de garantia dos materiais, obedecido ainda o disposto no Ordem de Compra de Material (OCM), será de 18 (dezoito) meses a partir da data de entrada em operação ou 24 (vinte e quatro) meses, a partir da entrega, prevalecendo o prazo

referente ao que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

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

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

7.7 Incorporação ao patrimônio

Somente serão aceitos tubos para barramentos, 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, tubos usados e/ou recuperadas;
- c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is), bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

- XIV. A critério da Energisa, os tubos para barramentos poderão ser ensaiados em laboratório próprio ou em laboratório credenciado, para comprovação dos resultados dos ensaios de acordo com os valores exigidos nesta Especificação Técnica;

- XV. A relação dos fabricantes homologados de tubos para barramentos 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 tubos para barramentos 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


8.1 Materiais

Os tubos para barramentos devem ser de liga de alumínio 6101 (AW-6101), com têmpera T6, conforme ABNT NBR 14334.

O processo de fabricação deverá ser por extrusão a quente ou por um processo similar, garantindo que o processo atenda aos requisitos desta Especificação Técnica.

8.2 Dimensões e tolerâncias

Os tubos para barramentos devem ter as dimensões e as tolerâncias indicadas na Tabela 1, com as tolerâncias definidas pela ABNT NBR 8116 ou ASME B36.10.



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

8.3 Acabamento

Os tubos para barramentos devem ter acabamento e têmpera uniformes, isentos de defeitos superficiais e internos que possam prejudicar seu uso final.

Os riscos de extrusão são permissíveis até o valor de rugosidade média longitudinal máximo de 4,0 μm ou 150 μpol , conforme ABNT NBR 8117.

8.4 Identificação

Os tubos para barramentos devem ser identificados individualmente, de modo legível e indelével, no mínimo com:

- a) Nome ou marca do fabricante;
- b) Liga;
- c) Têmpera;
- d) Bitola do tubo;
- e) Número do lote.

8.5 Características mecânicas

Os tubos para barramentos devem ter limites de propriedades mecânicas de:

- Limite de resistência à tração (mínimo): 200 MPa;
- Limite de escoamento (mínimo): 170 MPa;
- Espessura: entre 3,32 e 12,50 mm.

8.6 Características elétricas


Os tubos para barramentos devem ter:

- Resistividade de massa máxima a 20 °C: 0,0846 $\Omega\text{g}/\text{m}^2$;
- Condutividade volumétrica mínima a 20 °C: 55,0 % IACS.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS


9.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos a inspeção e ensaios em fábrica, de acordo com esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa, devendo a mesma deve ser comunicada pelo fornecedor das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência de pelo menos:
 - 30 (trinta) dias para fornecedor nacional; e
 - 60 (sessenta) dias para fornecedor internacional.
- b) A Energisa reserva-se ao direito de inspecionar e testar os materiais durante o período de fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais em questão estiverem sendo fabricados, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da Energisa, o seu Plano de Inspeção e Testes (PIT), onde devem ser indicados os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, bem como uma descrição sucinta do ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).

- 
- d) O fornecedor deverá apresentar juntamente com o pedido de inspeção, a sequência de ensaios finais em fábrica, e o respectivo cronograma dia a dia dos ensaios.
 - e) Os certificados de ensaio de tipo, previstos no item 9.2.1, para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, que podem ser aceitos desde que realizados em laboratórios reconhecidamente oficiais e com validade máxima de 5 (cinco) anos e que a Energisa considere que tais dados comprovem que os materiais propostos atendem ao especificado.

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

- f) O fabricante deve dispor de pessoal e aparelhagem próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, deve haver aprovação prévia por parte da Energisa.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio.
- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO ou órgão internacional compatível, válidos por um período de 24 (vinte e quatro) meses. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.


- 
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa, no local da inspeção, todas as normas técnicas, nacionais e internacionais, em sua versão vigente, que serão utilizadas nos ensaios.
- j) A aceitação dos materiais e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
- Não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

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

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

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

- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.

- 
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa reserva-se ao direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse aspecto, as despesas serão de responsabilidade da mesma, caso as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário, incidirão sobre o fabricante.
- r) 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.
- s) 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 3.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)

Os ensaios de tipo (T) são os seguintes:

- a) Determinação da composição química, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de condutividade volumétrica, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de resistividade de massa, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de propriedades mecânicas, conforme item 9.3.6.


9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

Os ensaios de recebimento (RE) são os seguintes:

- a) Inspeção geral, conforme item 9.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de determinação da composição química, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de condutividade volumétrica, conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de resistividade de massa, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de propriedades mecânicas, conforme item 9.3.6.

9.2.3 Ensaios especiais (E)

Os ensaios especiais (E) são os seguintes:

- 
- a) Determinação da composição química, conforme item 9.3.3;
 - b) Ensaio de condutividade volumétrica, conforme item 9.3.4;
 - c) Ensaio de resistividade de massa, conforme item 9.3.5;
 - d) Ensaio de propriedades mecânicas, conforme item 9.3.6.
 - e) Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina, conforme item 9.3.7;
 - f) Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre, conforme item 9.3.8.

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 amostra apresentar não-conformidade de qualquer um desses requisitos.

9.3.2 Verificação dimensional

Os tubos para barramentos devem atender as dimensões estabelecidas pela Tabela 1 e Desenho 1, incluindo as tolerâncias permitidas, conforme ABNT NBR 8116 ou ASME B36.10.

Constitui falha se amostra apresentar não-conformidade desse requisito determinará a sua rejeição.

9.3.3 Ensaio de determinação da composição química



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

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos da forem diferentes do estabelecido ABNT NBR 14334.

9.3.4 Ensaio de condutividade volumétrica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM E1004.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores aos valores estabelecidos no item 8.6.

9.3.5 Ensaio de resistividade de massa

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM B193.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores aos valores estabelecidos no item 8.6.

9.3.6 Ensaio de propriedades mecânicas

O ensaio de propriedade mecânica consiste nos ensaios de:


- Limite de escoamento;
- Limite de resistência à tração.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7549 e ASTM B557M.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores aos valores estabelecidos no item 8.5.

9.3.7 Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8094 ou ASTM B117, por um período mínimo de 168 horas.



Constitui falha se amostra apresentar pontos de corrosão localizada profunda, em sua superfície, e de manchas características distribuídas de corrosão, visíveis a olho nu.

9.3.8 Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 8096 ou ASTM D1654, em 360 horas.

Constitui falha se a amostra apresentar:

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

9.4 Relatório dos ensaios

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

- a) Nome do ensaio;
- b) Nome e/ou marca comercial do fabricante;
- c) Identificação do laboratório de ensaio;
- d) Certificados de aferições dos aparelhos utilizados nos ensaios, com validade máxima de 24 (vinte e quatro) meses;
- e) Número da Ordem de Compra de Material (OCM);
- f) Tipo e quantidade de material do lote e tipo e quantidade ensaiada;
- g) Identificação completa do material ensaiado;
- h) Dia, mês e ano de fabricação (DD/MM/AAAA);

- i) Relação, descrição e resultado dos ensaios executados e respectivas normas utilizadas;
- j) Nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- k) Instrumentos/equipamentos utilizados nos ensaios;
- l) Indicação de normas técnicas aplicáveis;
- m) Memórias de cálculo, com resultados e eventuais observações;
- n) Condições ambientes do local dos ensaios;
- o) Data de início e de término de cada ensaio;
- p) Nomes legíveis e assinaturas dos respectivos representantes do fabricante e do inspetor da Energisa e data de emissão do relatório.

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

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo


O plano de amostragem para os ensaios de tipo deve seguir as orientações da ABNT NBR 14334 e demais normas indicadas.

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

10.2 Ensaios de recebimento

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

Se o lote a ser fornecido for constituído por mais de 500 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 50 e 150 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.

10.3 Ensaios especiais

O plano de amostragem para os ensaios especiais deve ser formado por 2 (duas) unidades, coletadas aleatoriamente nas unidades da Energisa.

Se a amostra falhar em qualquer um dos ensaios especiais, deverá ser aberta de não-conformidade.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

11.1 Ensaios de tipo

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

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

12 NOTAS COMPLEMENTARES

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

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

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


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

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/07/2022	0.0	<ul style="list-style-type: none">• 1ª Edição.
01/05/2023	1.0	<ul style="list-style-type: none">• Inclusão da Errata 1;• Inclusão das normas internacionais para ensaios:<ul style="list-style-type: none">○ Determinação da composição química;○ Propriedade mecânica; e○ Corrosão por nevoa salina.• Inclusão dos itens 6 e 7.8;• Inclusão dos ensaios:<ul style="list-style-type: none">○ Resistividade de massa;○ Corrosão por dióxido de enxofre.

14 VIGÊNCIA



Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/09/2023 e revoga as documentações anteriores.

15 TABELAS

TABELA 1 - Características técnicas dos tubos para barramentos



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Bitola do tubo		Dimensões				Corrente nominal	Tipo
			Comprimento total	Externo (A)	Interno (B)	Espessura nominal (C)		
	(DN)	(pol)	(m)	(mm)		(A)		
692172	20	3/4	6,0	26,7	20,9	2,87	426	SCH40
692173	25	1		33,4	26,6	3,38	569	
692174	32	1.1/4		42,2	33,1	3,56	724	
692175	40	1.1/2		48,3	40,9	3,68	841	SCH80
692176	50	2		60,3	52,5	3,91	1.064	
692177	65	2.1/2		73,0	62,7	5,16	1.777	

Código Energisa	Bitola do tubo		Dimensões				Corrente nominal	Tipo
			Comprimento total	Externo (A)	Interno (B)	Espessura nominal (C)		
	(DN)	(pol)	(m)	(mm)		(A)		
690729	80	3	6,0	88,90	77,92	5,49	2.373	SCH80
692171	100	4		101,70	95,35	6,35	3.027	

TABELA 2 - Planos de amostragem e critério de aceitação

Número de unidades do lote (peças)	<ul style="list-style-type: none"> Inspeção geral; Verificação dimensional. 			<ul style="list-style-type: none"> Condutividade volumétrica; resistividade de massa. 			<ul style="list-style-type: none"> Propriedades mecânicas. 		
	Amostragem simples normal Nível de inspeção I NQA 2,5 %			Amostragem simples normal Nível de inspeção I NQA 2,5 %			Amostragem simples normal Nível de inspeção I NQA 2,5 %		
	Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re	Amostra	Ac	Re
Até 50	5	0	1	2	0	1	2	0	1
51 a 150	8	0	1	3	0	1	3	0	1
151 a 500	13	1	2	5	0	1	3	0	1

Legenda:

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaio
9.3.1	Inspeção geral	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Determinação da composição química	T / RE / E
9.3.4	Ensaio de condutividade volumétrica	T / RE / E
9.3.5	Ensaio de resistividade de massa	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de propriedades mecânicas	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de corrosão por exposição à névoa salina	E
9.3.8	Ensaio de corrosão por exposição ao dióxido de enxofre	E

Legenda:

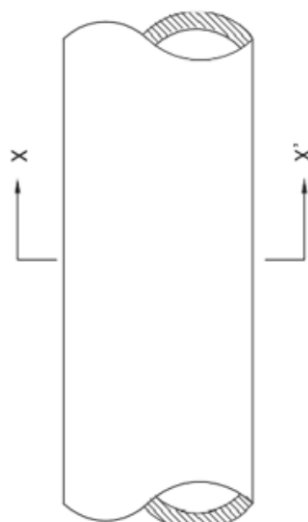
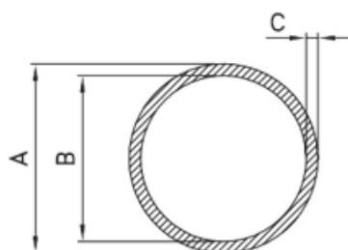
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 DESENHOS

DESENHO 1 - Tubos para barramentos



NOTA:

- I. Os valores das cotas estão especificados na Tabela 1.

17 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

TUBOS PARA BARRAMENTOS

Nome do fabricante

Número da licitação

Número da proposta

Item	Descrição	Características / Unidade
1	Tipo/Modelo	
2	Código do material	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Material dos tubos:	
4	Tempera:	
5	Dimensionais:	
5.1	a) Diâmetro nominal externa:	mm
5.2	b) Diâmetro nominal interno:	mm
5.3	c) Espessura nominal	mm
5.4	d) Comprimento nominal	m
6	Corrente nominal:	A
7	Condutividade volumétrica:	$\Omega\text{g}/\text{m}^2$
8	Resistividade de massa	% IACS
9	Massa total	kg
10	Embalagem	

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;



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

- 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.

