

*Barramento rígido de cobre para
subestação abrigada (SEA) até 36,2
kV*

ESA | DENG | NRM-605 | 2024

Especificação Técnica Unificada

ETU - 203.2

Versão 0.0 - Fevereiro / 2025



Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos exigidos, mecânicos e elétricos, para fornecimento de barras (BRR), em liga de cobre, circulares e retangulares, aplicáveis aos barramentos metálicos para subestação de abrigada (SEA), em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

Para tanto, foram consideradas as especificações e os padrões dos materiais de referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos de 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 0.0, datada de fevereiro de 2025.

Cataguases - MG., Fevereiro de 2025.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

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





Equipe técnica de elaboração da ETU-203.2

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

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)

Paulo Roberto dos Santos

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Fabio Lancelotti

Energisa Minas Rio (EMR)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Paraíba (EPB)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Sumário

1	OBJETIVO.....	7
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	7
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	7
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	7
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	8
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS	9
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL.....	10
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	12
5.1	BARRA	12
5.2	BARRAMENTO	13
5.3	TÊMPERA	13
5.4	SUBESTAÇÃO DE ENTRADA DE ENERGIA	13
5.4.1	Subestação abrigada (SEA).....	13
5.4.2	Subestação blindada (SEB).....	13
5.5	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	13
5.6	ENSAIOS DE TIPO	14
5.7	ENSAIOS ESPECIAIS	14
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	14
7	CONDIÇÕES GERAIS	14
7.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO	14
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	15
7.3	ACONDICIONAMENTO	16
7.4	MEIO AMBIENTE	18
7.5	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	20
7.6	GARANTIA	20
7.7	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	20
7.8	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	21
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	22
8.1	MATERIAL.....	22
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	22
8.3	ACABAMENTO	22
8.4	SEÇÃO TRANSVERSAL	22
8.5	MASSA NOMINAL.....	22
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	23

9.1	GENERALIDADES	23
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS	26
9.2.1	Ensaio de tipo (T)	27
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE)	27
9.2.3	Ensaio especiais (E).....	28
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	28
9.3.1	Inspeção geral	28
9.3.2	Verificação dimensional.....	28
9.3.3	Ensaio de composição química.....	29
9.3.4	Ensaio de condutividade elétrica de liga metálica.....	29
9.3.5	Ensaio de resistividade elétrica.....	29
9.3.6	Ensaio de dureza Rockwell	29
9.3.7	Ensaio de alongamento.....	30
9.3.8	Ensaio de tração	30
9.3.9	Ensaio de dobramento.....	30
9.3.10	Ensaio de retilineidade.....	31
9.4	RELATÓRIO DOS ENSAIOS	31
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM	32
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	32
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	32
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES.....	33
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAIS	33
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	33
12	NOTAS COMPLEMENTARES	33
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	34
14	VIGÊNCIA.....	34
15	TABELAS.....	35
	TABELA 1 - Característica técnica da barra circular de cobre para barramento	35
	TABELA 2 - Característica técnica da barra retangular de cobre para barramento .	36
	TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento	37
	TABELA 4 - Relação dos ensaios	38
16	ANEXOS.....	39
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	39
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	41

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Barras (BRR), em liga de cobre, circulares e retangulares, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às montagens das estruturas de subestações abrigadas (SEA) e blindadas (SEB), em classe de tensão até 36,2 kV, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica às barras e vergalhões de alumínio.

NOTA:

1. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em linhas e redes de distribuição em alta, média e baixa tensão (LDAT) ou 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 16462, Barras e perfis de cobre para aplicações elétricas - Características físicas, químicas, elétricas e dimensionais - Especificação

- ASTM B187/B187M, Standard specification for copper, bus bar, rod, and shapes and general purpose rod, bar, and shapes

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, as barras 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 de maio de 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 CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução 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 5019, Produtos e ligas de cobre - Terminologia
- ABNT NBR 5410, Instalações elétricas de baixa tensão
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia

- 
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
 - ABNT NBR 5471, Condutores elétricos
 - ABNT NBR 6815, Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos
 - ABNT NBR 14039, Instalações elétricas de média tensão, de 1,0 kV a 36,2 kV
 - ABNT NBR ISO 6508-1, Materiais metálicos - Ensaio de dureza Rockwell - Parte 1: Método de ensaio
 - ABNT NBR ISO 6892-1, Materiais metálicos - Ensaio de Tração - Parte 1: Método de ensaio à temperatura ambiente
 - ABNT NBR ISO 7438, Materiais metálicos - Ensaio de dobramento

4.3 Norma técnica internacional

- ASTM B193, Standard test method for resistivity of electrical conductor materials
- ASTM E478, Standard test methods for chemical analysis of copper alloys
- ASTM E1004, Standard test method for determining electrical conductivity using the electromagnetic (eddy current) method
- IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
- IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
- IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind

- IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- ISO 6508-1, Metallic materials - Rockwell hardness test - Part 1: Test method
- ISO 6892-1, Metallic materials - Tensile testing - Part 1: Method of test at room temperature
- ISO 7438, Metallic materials - Bend test

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
- IACS - International Annealed Copper Standard
- 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 5471, complementadas pelos seguintes termos:

5.1 Barra

Produto dúctil de seção transversal sólida e uniforme em todo o seu comprimento, fornecido em unidades retas.

A seção transversal pode ser circular, quadrada, retangular ou poligonal regular, conforme Figura 1.

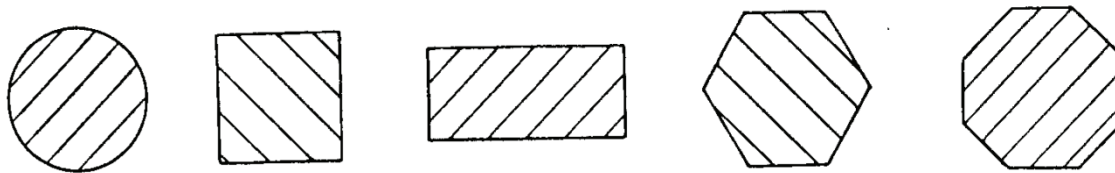


Figura 1 - Barra de cobre

5.2 Barramento

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

5.3 Têmpera

Estrutura metalúrgica e propriedades de um produto resultante de processamento mecânico e térmico.

5.4 Subestação de entrada de energia

Subestação que é alimentada pela rede de distribuição de energia do concessionário e que contém o ponto de entrega e a origem da instalação.

5.4.1 Subestação abrigada (SEA)


Subestação aberta ou em cabina metálica, não-sujeita a intempéries.

5.4.2 Subestação blindada (SEB)

Subestação em cabine metálica em que os barramentos e cada um dos equipamentos principais e, mas não necessariamente, os transformadores, são encerrados em cubículos metálicos individuais.

5.5 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.

5.6 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.

5.7 Ensaios especiais

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

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

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

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

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

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições do serviço




As barras tratadas nesta Especificação Técnica devem ser adequadas para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
- a) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- b) Vibrações insignificantes devido a causas externas as barras ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

7.2 Linguagens e unidades de medida

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



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

NOTA:

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


7.3 Acondicionamento

As barras devem ser embaladas 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.

As barras embaladas devem ser acondicionadas 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) O material da embalagem, em contato com as barras não deverá:

- Aderir a ele;
- Causar contaminação;
- Provocar corrosão quando armazenado;
- Reter umidade.

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

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

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 elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

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 16462 / ASTM B187/B187M;
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM).


NOTAS:

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

7.4 Meio ambiente

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

No caso de fornecimento internacional, os fabricantes/fornecedores estrangeiros devem cumprir a legislação ambiental vigente nos seus países de origem e as normas internacionais relacionadas à produção, ao manuseio e ao transporte das barras, 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).

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

- a) Amianto ou asbesto;
- b) Bifenilas Policloradas (PCB);
- c) Poluentes orgânicos persistentes (POPS), conforme Decreto Legislativo N.º 204, de 2004;
- d) Benzeno, conforme Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004.

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

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

7.5 Expectativa de vida útil

As barras devem ter expectativa de vida útil mínima, de 15 (quinze) 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 10 (dez) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 11º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,5 % de falhas no fim 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 obedecer ao disposto na Ordem de Compra de Materiais (OCM) contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

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

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

7.7 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitas barras, 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, materiais 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:

- XII. A critério da Energisa, as barras 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 barras pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

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

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 desenhos técnicos detalhados;
- c) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

Quando o produto proposto apresentar divergências técnicas em relação a esta Especificação Técnica, o fornecedor deverá submeter os desvios à prévia aprovação junto à área de engenharia da Energisa, através do Anexo 2.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

8.1 Material

As barras devem ser manufaturadas em cobre de qualidade e pureza, de tempera meio duro, que atendam aos requisitos estabelecidos das ABNT NBR 16462 ou ASTM B187/B187M.

8.2 Características dimensionais

As barras devem:

- a) Ser fornecidos no comprimento de 6,0 metros, admitidas as seguintes tolerâncias:
 - No comprimento: ± 10 mm;
 - Nas demais dimensões: conforme Tabelas 1 a 2.
- b) Ser retilíneos, admitindo-se uma curvatura correspondente às seguintes flechas máximas 15 mm em qualquer trecho de 2.000 mm.

8.3 Acabamento

As barras devem ter superfícies lisas e uniformes, não devendo apresentar rebarbas, bolhas, asperezas, fissuras ou inclusões de materiais estranhos que comprometam o seu desempenho.

As barras devem ter seção transversal com ângulos retos.

8.4 Seção transversal

A seção transversal efetiva dos cabos de cobre nu não deve apresentar variação superior a $\pm 2,0$ % em relação à seção nominal, conforme Tabelas 1 a 2.

8.5 Massa nominal


A massa por unidade de comprimento calculada deve atender aos valores especificados na Tabelas 1 a 2.

É aceitável uma variação de $\pm 3,0\%$ no valor da massa nominal.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

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




ensaio (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).

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

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

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



deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.


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

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

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

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

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

- 
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
 - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
 - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
 - O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

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

9.2 Relação de ensaios



Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de composição química, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de condutividade elétrica de liga metálica, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de resistividade elétrica, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de dureza Rockwell, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de alongamento, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de tração, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de dobramento, conforme item 9.3.9.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção geral, conforme item 9.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de composição química, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de condutividade elétrica de liga metálica, conforme item 9.3.4;
- e) Ensaio de resistividade elétrica, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de dureza Rockwell, conforme item 9.3.6;
- g) Ensaio de alongamento, conforme item 9.3.7;
- h) Ensaio de tração, conforme item 9.3.8;
- i) Ensaio de dobramento, conforme item 9.3.9;

j) Ensaio de retilineidade, conforme item 9.3.10.

9.2.3 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de composição química, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de condutividade elétrica de liga metálica, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de resistividade elétrica, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de dureza Rockwell, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de alongamento, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de tração, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de dobramento, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de retilineidade, conforme item 9.3.10.

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 e identificação, conforme item 7.3.

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

9.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma verificação dimensional, verificando:

- a) Seção transversal nominal, conforme Tabelas 1 a 2;

b) Comprimento nominal, conforme item 8.2;

c) Peso nominal dos materiais, conforme definição do fabricante.

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

NOTA:

XV. As tolerâncias nas seções transversais dos materiais estão estabelecidas na ABNT NBR 16462.

9.3.3 Ensaio de composição química

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM E478.

Constitui falha, se a amostra apresentar especificação diferente dos estabelecidos no item 8.1.

9.3.4 Ensaio de condutividade elétrica de liga metálica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM E1004.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de condutividade inferiores à 98,3 % IASC.

NOTA:

XVI. admitisse uma tolerância de ($\pm 0,3\%$ IACS).

9.3.5 Ensaio de resistividade elétrica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6815 ou ASTM B193.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistividade superiores à $0,15585 \Omega \cdot g/m^2$.

9.3.6 Ensaio de dureza Rockwell



Este ensaio exclusivo para as barras retangulares

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR ISO 6508-1 ou ISO 6508-1, escala F.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de dureza Rockwell inferior à 80.

9.3.7 Ensaio de alongamento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR ISO 6892-1 ou ISO 6892-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento inferiores à:

- Tubos e vergalhões: 12 %, em quatro vezes o diâmetro;
- Barra retangular: 10 %, em quatro vezes o diâmetro.

9.3.8 Ensaio de tração

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR ISO 6892-1 ou ISO 6892-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de tração inferiores à:

- Tubos e vergalhões: 31,6 kgf/mm² ou 310 MPa;
- Barra retangular: 26,5 kgf/mm² ou 260 MPa.

9.3.9 Ensaio de dobramento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR ISO 7438 ou ISO 7438, e estar em conformidade com a ABNT NBR 16462 ou ASTM B187/B187M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de dobramento inferiores à 120 graus.

9.3.10 Ensaio de retilidade

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 16462 ou ASTM B187/B187M.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de retilidade superiores à:

- Tubos e vergalhões: 12,70 mm;
- Barra retangular: 3,17 mm.

9.4 Relatório dos ensaios

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

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

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

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

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais deve seguir as orientações da ABNT NBR 7095 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 3 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.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

11.1 Ensaios de tipo e especiais

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

Se ocorrer uma falha em um dos ensaios o fabricante pode apresentar nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra apresentar algum resultado insatisfatório, os materiais não serão aceitos.

11.2 Ensaios de recebimento

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

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras, conforme Tabela 3;
- 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
01/02/2025	0.0	• 1ª Edição

14 VIGÊNCIA

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

15 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica da barra circular de cobre para barramento



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo	Têmpera	Dimensões		Resistência à tração (mínima)		Alongamento (mínimo)	Resistividade a 20 °C (máxima)	Condutividade equivalente a 20 °C (mínima)	Ampacidade mínimo
			(mm)	(pol)	(kgf/mm ²)	(MPa)				
693923	Barra circular	½ duro ou duro	6,3	1/4	31,6	310	12	0,0177	98,3	110
693924			8,0	5/16						155
693925			9,5	3/8						200

TABELA 2 - Característica técnica da barra retangular de cobre para barramento



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Tipo	Têmpera	Dimensões		Resistência à tração (mínima)		Alongamento (mínimo)	Resistividade a 20 °C (máxima)	Condutividade equivalente a 20 °C (mínima)	Dureza Rockwell - Escala F (mínima)	Ampacidade mínimo
			(mm)	(pol)	(kgf/mm ²)	(MPa)					
693926	Barra retangular	½ duro ou duro	12,70 x 3,17	1/2 x 1/8	26,5	260	10	0,0175	98,3	80	80
693927			19,05 x 3,17	3/4 x 1/8							130
693928			19,05 x 4,76	3/4 x 3/16							200

TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento

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"> Composição química; 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 4 - 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	Ensaio de composição química	T / RE / E
9.3.4	Ensaio de condutividade elétrica de liga metálica	T / RE / E
9.3.5	Ensaio de resistividade elétrica	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de dureza Rockwell	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de alongamento	T / RE / E
9.3.8	Ensaio de tração	T / RE / E
9.3.9	Ensaio de dobramento	T / RE / E
9.3.10	Ensaio de retilineidade	RE / E

Legenda:

T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

BARRAS E VERGALHÕES 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:	
4	Tempera:	
5	Dimensionais:	
5.1	a) Comprimento total:	m
5.2	b) Seção nominal:	mm
5.3	c) Diâmetro nominal:	mm
5.4	d) Espessura nominal (tubos):	mm
5.5	e) Massa por metro (m)	kg
5.6	f) Massa total:	Kg
6	Características elétricas:	
6.1	a) Corrente nominal:	A
6.2	b) Condutividade elétrica:	% IACS
6.3	c) Resistividade:	$\Omega \cdot g/m^2$
7	Características mecânicas:	
7.1	a) Dureza Rockwell:	
7.2	b) Alongamento:	%
7.3	c) Tração:	MPa

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

Item	Descrição	Características / Unidade
7.4	d) Dobramento	Graus
8	Acondicionamento:	
8.1	Tipo de embalagem:	
8.2	Quantidade por embalagem:	
8.3	Peso total da embalagem:	kg

NOTAS:

- I. O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas;
- II. Se forem submetidas propostas alternativas cada uma delas deve ser submetida com o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas específico, claramente preenchido, sendo que cada quadro deve ser devidamente marcado para indicar a qual proposta pertence;
- III. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;
- IV. Todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas devem ser compatíveis com as informações descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas as informações prestadas no referido quadro prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta;
- V. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

