

*Fios de arame galvanizado para  
sistema de aterramento*

*ENERGISA/GTD-NRM/N.º099/2022*

**Especificação Técnica Unificada**  
ETU - 119.3

Versão 0.0 - Dezembro / 2022



## 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 arame de aço de baixo teor de carbono, galvanizado a quente, para linhas aéreas de distribuição, 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 0.0, datada de Dezembro de 2022.

**Cataguases - MG., Dezembro de 2022.**

**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-119.3

**Acassio Maximiano Mendonca**

Grupo Energisa

**Hitalo Sarmiento de Sousa Lemos**

Grupo Energisa

**Augustin Gonzalo Abreu Lopez**

Grupo Energisa

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Danilo Maranhão de Farias Santana**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Eduarly Freitas do Nascimento**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Juliano Ferraz de Paula**

Energisa Sergipe

**Fabio Lancelotti**

Energisa Minas Gerais / Energisa Nova Friburgo

**Marcelo Cordeiro Ferraz**

Dir. Suprimentos Logística

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso

**Paulo Roberto dos Santos**

Energisa Mato Grosso do Sul

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia

**Ricardo Alexandre Xavier Gomes**

Energisa Acre

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Tocantins

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Sul-Sudeste

**Jairo Kennedy Soares Perez**

Energisa Borborema / Energisa Paraíba

# Sumário

1	OBJETIVO.....	7
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	7
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	7
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	7
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL .....	7
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS .....	9
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAIS .....	10
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....	11
5.1	ARAME DE AÇO DE BAIXO TEOR DE CARBONO ZINCADO .....	11
5.2	CARRETEL .....	11
5.3	LANCE .....	11
5.4	QUANTIDADE EFETIVA .....	11
5.5	QUANTIDADE NOMINAL .....	11
5.6	REVESTIMENTO .....	12
5.7	UNIDADE DE EXPEDIÇÃO .....	12
5.8	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	12
5.9	ENSAIOS DE TIPO .....	12
5.10	ENSAIOS ESPECIAIS .....	12
6	CONDIÇÕES GERAIS .....	12
6.1	CONDIÇÕES DO SERVIÇO .....	13
6.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....	13
6.3	COMPRIMENTO DOS LANCES .....	14
6.4	ACONDICIONAMENTO .....	14
6.5	MEIO AMBIENTE .....	16
6.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	17
6.7	GARANTIA .....	18
6.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA .....	18
6.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL .....	19
7	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	19
7.1	MATERIAL.....	19
7.1.1	Arame de aço .....	19
7.1.2	Revestimento de zinco.....	19
7.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	20
7.3	ACABAMENTO .....	20
7.4	CARACTERÍSTICAS MECÂNICOS.....	20
7.5	MASSA MÍNIMA DA CAMADA DE ZINCO .....	20

8	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	20
8.1	GENERALIDADES.....	20
8.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	24
8.2.1	Ensaio de tipo (T) .....	24
8.2.2	Ensaio de recebimento (RE) .....	25
8.2.3	Ensaio especiais (E) .....	25
8.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	25
8.3.1	Inspeção visual.....	25
8.3.2	Verificação dimensional .....	26
8.3.3	Ensaio de aderência da camada de zinco .....	26
8.3.4	Ensaio de massa da camada de zinco.....	26
8.3.5	Ensaio de resistência à tração .....	26
8.4	RELATÓRIOS DOS ENSAIOS .....	26
9	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	27
9.1	ENSAIOS DE TIPO .....	27
9.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	28
9.3	ENSAIOS ESPECIAIS .....	28
10	ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES .....	28
10.1	ENSAIOS DE TIPO .....	28
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	28
11	NOTAS COMPLEMENTARES .....	29
12	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	29
13	VIGÊNCIA .....	30
14	TABELAS.....	31
	TABELA 1 - Característica técnica dos arames de aço-carbono zincado .....	31
	TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de recebimento .....	32
	TABELA 3 - Relação dos ensaios .....	33
15	ANEXOS .....	34
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	34
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	36

## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Arame de Aço, de baixo teor de carbono, zincado com camada pesada, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às montagens do sistema de aterramento de linhas aéreas de distribuição, em classe de tensão até 145 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas, vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

## 3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

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

## 4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no seguinte documento:

- ABNT NBR 6331, Arame de aço de baixo teor de carbono, zincado, para uso geral - Especificação

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os arames de aço devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, 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
- 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 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 6005, Arames de aço revestidos e não revestidos - Verificação da ductilidade e da aderência do revestimento
- ABNT NBR 6207, Arame de aço - Ensaio de tração
- ABNT NBR 6236, Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- ABNT NBR 6323, Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
- ABNT NBR 7309, Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para fios, cabos ou cordoalhas de aço
- ABNT NBR 7310, Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço
- ABNT NBR 7311, Carretéis de madeira para cordoalhas de fios de aço zincado - Características dimensionais e estruturais
- ABNT NBR 7312, Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais

- ABNT NBR 7397, Produto de aço e ferro fundido galvanizado por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio

### 4.3 Norma técnica internacionais

- ASTM B6, Standard specification for zinc
- ASTM B750, Standard specification for galfan

#### 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:
  - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
  - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
  - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
  - NBR - Norma Brasileira
  - NM - Norma Mercosul
  - ASTM - American Society for Testing and Materials

- IEC - International Electrotechnical Commission

## 5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 6331, complementadas pelos seguintes termos:

### 5.1 Arame de aço de baixo teor de carbono zincado

Arame fabricado a partir do fio-máquina de aço baixo teor de carbono, obtido por trefilação ou laminação a frio e zincado.

#### NOTA

- V. Este arame é definido pelo seu diâmetro, massa da camada de zinco e resistência à tração.

### 5.2 Carretel

Sistema de suporte para fios, cordoalhas e cabos, constituído basicamente de discos laterais (flanges) e núcleo.

### 5.3 Lance

Parte do material constituído por uma unidade de expedição de comprimento contínuo.

### 5.4 Quantidade efetiva

Quantidade contida numa unidade de expedição, determinada por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

### 5.5 Quantidade nominal

Quantidade padrão de fabricação e/ou quantidade que conste na ordem de compra, para cada unidade de expedição.

## 5.6 Revestimento

Camada delgada de um metal ou liga, depositada sobre um metal ou liga diferente, para fins de proteção.

## 5.7 Unidade de expedição

Unidade constituída por um rolo, uma bobina ou outra forma de acondicionamento acordada entre fabricante e comprador.

## 5.8 Ensaios de recebimento

O objetivo dos ensaios de recebimento é verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Estes ensaios devem ser executados sobre uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que foi submetido aos ensaios de rotina.

## 5.9 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 CONDIÇÕES GERAIS

## 6.1 Condições do serviço

Os arames de aço 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: 30 °C;
  - Mínima do ar ambiente: 0 °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;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros;
- g) O nível de poluição, classe nível 2 (médio), conforme ABNT IEC/TS 60815-1.

## 6.2 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:**

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

### 6.3 Comprimento dos lances

Admite-se em cada unidade de expedição a incerteza máxima de  $\pm 1,0$  % no comprimento indicado pelo fornecedor.

Quando não especificado na Ordem de Compra de Material (OCM) admite-se que:

- Em cada unidade de expedição o comprimento efetivo divirja do nominal em, no máximo,  $\pm 5,0$  %;
- Até 5,0 % do total do contrato, em massa, pode ser entregue em lances não inferiores a 50 % do lance nominal;
- A quantidade total contratada pode sofrer uma variação de até 5,0 % em massa.

### 6.4 Acondicionamento

Os arames de aço deveram ser acondicionados em:

- Carretéis de madeira, conforme ABNT NBR 7311, não retornáveis, com massa bruta não superior a 2.000 kg;
- Rolos, conforme ABNT NBR 7312, com massa bruta não superior a 25 kg (vinte e cinco quilos).

Obedecendo às seguintes condições:

- a) Os carretéis devem ser de madeira de boa qualidade, conforme ABNT NBR 6236, reforçadas, contendo suporte para apoio e marcação dos pontos e sentidos de içamento;
- b) Apropriadas para armazenamento ao tempo e operações de carga e descarga e ao manuseio, de acordo com as normas da ABNT NBR 7309 e ABNT NBR 7310;

- 
- c) 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;
- d) O material em contato com os arames de aço não deverá:
- Reter umidade;
  - Aderir a ele;
  - Causar contaminação;
  - Provocar corrosão quando armazenado.
- e) Os arames de aço devem ser bobinados sob tensão mecânica e ter as pontas presas na parte interna ou externa do carretel através de grampos de fixação instalados de forma a não danificar o cabo;

**NOTA:**

VII. A madeira utilizada para a confecção dos carretéis não deve conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento desses carretéis.

Cada carretel deve ser identificado, de forma legível e indelével, com placas de alumínio ou etiquetas de material polimérico com resistente às intempéries e UV, marcadas em alto relevo ou em sulco, fixadas no lado externo, em ambos os discos laterais, e contendo as seguintes informações:

- a) Nome ou logotipo da Energisa;
- b) Nome ou marca comercial do fabricante;
- c) País de origem;
- d) Mês e ano de fabricação (MM/AAAA);

- e) Tipo, dimensões e número de série do carretel;
- f) Identificação completa dos arames de aço (categoria, código internacional se aplicável, diâmetro (mm), área da seção transversal (mm<sup>2</sup>), número de fios etc.);
- g) Número e comprimento de lances na bobina, em metros (m);
- h) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- i) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- j) ABNT NBR 6331;
- k) Número e quaisquer outras informações especificadas no Ordem de Compra de Material (OCM).
- l) Seta para indicar o sentido de desenrolamento do cabo, marcada de forma indelével nos discos laterais, podendo essa marcação ser feita em relevo, em sulco ou à tinta

#### NOTAS:

- VIII. O fornecedor brasileiro deverá numerar os diversos volumes e anexar à nota fiscal uma relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume;
- IX. O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente à Energisa e ao despachante indicado, cópias da relação descritiva (romaneio) do conteúdo de cada volume.
- X. Quando dos fornecimentos em rolos, devem conter a mesma identificação indicada para os carretéis, com exceção dos referentes às alíneas (e) e (l).

## 6.5 Meio ambiente

O fornecedor nacional deve cumprir, rigorosamente, em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos arames de aço, 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 arames de aço, 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.

Para orientar as ações da Energisa, quanto ao descarte apropriado dos carretéis vazios, o proponente deve apresentar, juntamente com a sua proposta, as seguintes informações:

- Tipo de madeira utilizada nos carretéis e respectivo tratamento preservativo empregado;
- Orientação quanto à forma mais adequada de disposição final dos cabos e dos carretéis vazios.

## 6.6 Expectativa de vida útil

Os arames de aço 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 28 (vinte e oito) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 20º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,8 % de falhas no fim do período de vida útil.

## 6.7 Garantia

O fabricante deve proporcionar garantia de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de emissão da nota fiscal ou 18 (dezoito) meses, a contar do início de utilização, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material, fabricação e acondicionamento dos cabos fornecidos, de acordo com os requisitos desta norma.

Caso o produto fornecido apresente defeito ou deixe de atender aos requisitos apresentados pela Energisa, um novo período de garantia de 12 (doze) meses de operação satisfatória deverá entrar em vigor, para o lote em questão.

A garantia deve cobrir a reposição de quaisquer arames de aço considerado defeituoso devido a eventuais deficiências em seu projeto, matéria-prima ou fabricação, durante a vigência do período desta.

As despesas com mão-de-obra decorrentes de retirada e instalação de cabos, comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte entre almoxarifado Energisa e fabricante correrão por conta do último.

## 6.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos arames de aço, em obras particulares, para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Provenientes de fabricantes cadastrados/homologados pela Energisa;

- b) Deverão ser novos, período máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, arames usados e/ou recuperadas;
- c) Deverá acompanhar a (s) nota (s) fiscal (is) de origem, bem como, os relatórios de ensaios em fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento, previstos nesta especificação técnica.

**NOTA:**

- XI. A critério da Energisa, os arames de aço 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.

## 6.9 Avaliação técnica do material

O fornecedor deve apresentar os documentos técnicos relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na Energisa, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

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

## 7 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 7.1 Material

#### 7.1.1 Arame de aço

O arame deve ser confeccionado em aço de baixo teor de carbono, com no máximo 0,30 % de carbono (C), trefilado e de classificação de dura de resistência à tração.

#### 7.1.2 Revestimento de zinco



O arame deve ser revestido uma camada contínua, uniforme e aderente, utilizando como matéria-prima o zinco ou suas ligas, com limites máximos de cádmio (Cd) e chumbo (Pb) determinados na ASTM B6 ou ASTM B750.

A camada de revestimento de zinco deve ser classificada como leve.

## 7.2 Características dimensionais

Os arames de aço devem possuir formato circular e dimensões, conforme Tabela 1.

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

## 7.3 Acabamento

O arame deve ter camada de zinco contínua, espessura uniforme e superfície lisa, e não pode possuir imperfeições que comprometam o desempenho do produto quanto às características especificadas nesta Norma.

### NOTA:

XII. São toleradas irregularidades inerentes ao processo de zincagem empregado.

## 7.4 Características mecânicas

A resistência à tração dos arames de aço deve atender às especificações conforme a Tabela 1.

## 7.5 Massa mínima da camada de zinco

A massa mínima da camada de zinco não pode ser inferior à especificada na Tabela 1.

# 8 INSPEÇÃO E ENSAIOS

## 8.1 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 8.2.1, 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 8.4.

- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.

- 
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como, locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
  - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
  - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
  - O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

**NOTA:**

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

## 8.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela X.

### 8.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de aderência da camada de zinco, conforme item 8.3.3;
- b) Ensaio de massa da camada de zinco, conforme item 8.3.4;

- c) Ensaio de resistência à tração, conforme item 8.3.5.

## 8.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, conforme item 8.3.1;
- b) Verificação dimensional, conforme item 8.3.2;
- c) Ensaio de aderência da camada de zinco, conforme item 8.3.3;
- d) Ensaio de massa da camada de zinco, conforme item 8.3.4;
- e) Ensaio de resistência à tração, conforme item 8.3.5.

## 8.2.3 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de aderência da camada de zinco, conforme item 8.3.3;
- b) Ensaio de massa da camada de zinco, conforme item 8.3.4;
- c) Ensaio de resistência à tração, conforme item 8.3.5.

## 8.3 Descrição dos ensaios

### 8.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral verificando:

- a) Acabamento, conforme item 7.3;
- b) Acondicionamento, conforme item 6.3;
- c) Identificação, conforme item 7.4.

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

### 8.3.2 Verificação dimensional

O inspetor deverá efetuar uma inspeção dimensionais dos arames de aço conforme Tabela 1 e Desenho 1.

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

### 8.3.3 Ensaio de aderência da camada de zinco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6005.

Constitui falha se amostra apresentar não fissuras que possam ser removidas esfregando-se o dedo sobre elas.

### 8.3.4 Ensaio de massa da camada de zinco

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7397.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferiores aos indicados na ABNT NBR 6331.

### 8.3.5 Ensaio de resistência à tração

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6207.

Constitui falha se amostra apresentar valores medidos inferior aos indicados na Tabela 1.

## 8.4 Relatórios 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.

## 9 PLANOS DE AMOSTRAGEM

### 9.1 Ensaios de tipo



O plano de amostragem para os ensaios de tipo deve seguir as orientações da ABNT NBR 6331.

## 9.2 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 1.200 unidades, essa quantidade deve ser dividida em vários lotes com menor número, cada um deles contendo entre 150 e 500 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.

## 9.3 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.

# 10 ACEITAÇÃO E REJEIÇÕES

## 10.1 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.

## 10.2 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 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.

## 11 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.

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)

## 12 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/12/2022	0.0	• 1ª Edição.



## 13 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/04/2022 e revoga as documentações anteriores.

## 14 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica dos arames de aço-carbono zincado



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Bitola nominal	Diâmetro nominal ( $\pm 0,10$ )	Classe de zincagem	Camada de zinco	Resistência a tração	Peso líquido nominal
	(BWG)	(mm)		(g/m <sup>2</sup> )	(kgf/mm <sup>2</sup> )	(m/kg)
90300	12	2,77	Leve	50	55 a 90	4,7
90011	8	4,19		55	50 a 85	10
90010	4	6,05		65		22,6

TABELA 2 - Planos de amostragem para os ensaios de recebimento

Tamanho do lote	Amostragem dupla normal Nível de inspeção I NQA 4,0 %			
	Amostra		Ac	Re
	Seq.	Tam.		
Até 90	-	3	0	1
91 a 280	1 <sup>a</sup>	8	0	2
	2 <sup>a</sup>		1	2
281 a 500	1 <sup>a</sup>	13	0	3
	2 <sup>a</sup>		3	4
501 a 1.200	1 <sup>a</sup>	20	1	4
	2 <sup>a</sup>		4	5

Legenda:

Seq. - Sequência de ensaios das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos Ensaios	Tipo de ensaio
8.3.1	Inspeção visual	RE
8.3.2	Verificação dimensional	RE
8.3.3	Ensaio de aderência da camada de zinco	T / RE / E
8.3.4	Ensaio de massa da camada de zinco	T / RE / E
8.3.5	Ensaio de resistência à tração	T / RE / E

Legenda:

T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 15 ANEXOS

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

#### FIOS DE ARAME DE AÇO GALVANIZADO

Nome do fabricante:

Nº da licitação:

Nº da proposta:

Item	Descrição	Características / unidades
1.	Dados gerais	
1.1	a) Material	
1.2	b) Diâmetro dos fios	mm
1.3	c) Seção transversal nominal do fio	mm <sup>2</sup>
1.4	d) Massa da camada de zinco	g/cm <sup>2</sup>
2	Dados específicos do fio de aço	
2.1	a) Módulo de elasticidade	Gpa
2.2	b) Resistência a tração	Mpa
2.3	c) Carga de ruptura	kN

#### 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.



