

*Cabo de alumínio coberto de  
camada dupla para redes até 36,2  
kV*

ESA | DENG | NRM-535 | 2023

# Especificação Técnica Unificada

ETU - 110.2

Versão 3.0 - Janeiro / 2024



## Apresentação

Nesta Especificação Técnica apresenta os requisitos mínimos e as diretrizes necessárias para a padronização das características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para fornecimento de cabo de alumínio (CBA), tipo coberto com material polimérico (XLPE), de camada dupla, para linhas e redes aérea de distribuição média tensão (LDMT), em classe de tensão até 36,2 kV, nas concessionárias de distribuição do grupo Energisa S.A.

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

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

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

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

**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-110.2 (Versão 3.0)

**Ricardo Campos Rios**

Grupo Energisa

**Ricardo Machado de Moraes**

Grupo Energisa

**Gilberto Teixeira Carrera**

Grupo Energisa

**Tercius Cassius Melo de Moraes**

Grupo Energisa



## Aprovação técnica

**Ademálio de Assis Cordeiro**

Grupo Energisa

**Guilherme Damiance Souza**

Energisa Tocantins (ETO)

**Antônio Maurício de Matos Gonçalves**

Energisa Acre (EAC)

**Jairo Kennedy Soares Perez**

Energisa Paraíba (EPB)

**Erika Ferrari Cunha**

Energisa Sergipe (ESE)

**Paulo Roberto dos Santos**

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

**Fabio Lancelotti**

Energisa Minas Rio (EMR)

**Ricardo Langone Marques**

Dir. Suprimentos Logística

**Fabício Sampaio Medeiros**

Energisa Mato Grosso (EMT)

**Rodrigo Brandão Fraiha**

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

**Fernando Espíndula Corradi**

Energisa Rondônia (ERO)

# Sumário

1	OBJETIVO.....	9
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	9
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	9
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS .....	9
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTOS FEDERAIS .....	10
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRAS .....	11
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS .....	13
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES .....	17
5.1	FIO .....	17
5.2	CABO .....	17
5.2.1	Cabo coberto ou cabo protegido .....	17
5.3	CARRETEL .....	17
5.4	COMPOSTO HDPE .....	18
5.5	COMPOSTO XLPE .....	18
5.6	COMPRIMENTO NOMINAL .....	18
5.7	CONDUTOR BLOQUEADO .....	18
5.8	DEFORMAÇÃO A QUENTE .....	18
5.9	LANCE .....	18
5.10	QUANTIDADE EFETIVA .....	18
5.11	QUANTIDADE NOMINAL .....	18
5.12	REDE PROTEGIDA.....	19
5.13	RELAÇÃO DE ENCORDOAMENTO .....	19
5.14	SEÇÃO DE UM CABO.....	19
5.15	SENTIDO DE ENCORDOAMENTO .....	19
5.16	TRILHAMENTO ELÉTRICO (TRACKING) .....	19
5.17	UNIDADE DE EXPEDIÇÃO .....	20
5.18	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	20
5.19	ENSAIOS DE TIPO .....	20
5.20	ENSAIOS ESPECIAIS .....	20
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	20
7	CONDIÇÕES GERAIS .....	21
7.1	CONDIÇÕES DE SERVIÇO .....	21
7.1.1	Regime permanente.....	22
7.1.2	Regime de sobrecarga .....	22
7.1.3	Regime de curto-circuito.....	22
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA .....	22

7.3	COMPRIENTO DOS LANCES .....	23
7.4	ACONDICIONAMENTO .....	23
7.5	MEIO AMBIENTE .....	25
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL .....	27
7.7	GARANTIA .....	27
7.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA .....	28
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL .....	29
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS .....	29
8.1	MATERIAL.....	29
8.1.1	Fios componentes .....	29
8.1.2	Bloqueio do condutor .....	30
8.1.3	Blindagem semicondutora.....	30
8.1.4	Cobertura .....	31
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS .....	31
8.2.1	Seção transversal .....	31
8.2.2	Massa nominal.....	31
8.3	ACABAMENTO .....	32
8.3.1	Fios componentes .....	32
8.3.2	Cobertura .....	32
8.4	DESIGNAÇÃO E MARCAÇÕES DO CABO .....	32
8.5	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS .....	33
8.6	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	33
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS.....	33
9.1	GENERALIDADES.....	33
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS.....	37
9.2.1	Ensaio de tipo (T) .....	37
9.2.2	Ensaio de recebimento (RE) .....	38
9.2.3	Ensaio especiais (E) .....	39
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	40
9.3.1	Inspeção geral.....	40
9.3.2	Verificação dimensional .....	40
9.3.2.1	Diâmetro do condutor .....	40
9.3.2.2	Espessura da camada semicondutora .....	41
9.3.2.3	Espessura da cobertura isolante.....	41
9.3.2.4	Diâmetro externo do cabo completo .....	41
9.3.3	Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor .....	41
9.3.4	Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo .....	41
9.3.5	Ensaio de tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura.....	42
9.3.6	Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico.....	42
9.3.7	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente .....	42
9.3.8	Ensaio de resistência à abrasão .....	42

9.3.9	Ensaio de tração à ruptura do condutor .....	43
9.3.10	Ensaio de resistência à penetração longitudinal de água .....	43
9.3.11	Ensaio de aderência da cobertura .....	43
9.3.12	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da cobertura .....	43
9.3.12.1	Ensaio de tração sem envelhecimento .....	43
9.3.12.2	Ensaio de tração com envelhecimento em estufa de ar .....	43
9.3.12.3	Ensaio de tração com envelhecimento artificial em câmara de ultravioleta (U.V.) .....	44
9.3.12.4	Ensaio de alongamento a quente .....	44
9.3.12.5	Ensaio de retração para isolamento .....	44
9.3.12.6	Ensaio de absorção de água .....	45
9.3.12.7	Ensaio de permissividade relativa .....	45
9.3.12.8	Ensaio de determinação do teor de negro de fumo .....	45
9.3.12.9	Temperatura de fusão .....	45
9.3.12.10	Temperatura de oxidação .....	46
9.3.13	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da blindagem semicondutora .....	46
9.3.13.1	Ensaio de tração com envelhecimento em estufa de ar .....	47
9.3.13.2	Ensaio de temperatura de fragilização .....	47
9.3.13.3	Ensaio de resistividade volumétrica .....	47
9.3.14	Ensaio de permissividade relativa .....	47
9.3.15	Verificação da compatibilidade do material de bloqueio com conexões elétricas	47
9.3.15.1	Ensaio de resistência elétrica .....	47
9.3.15.2	Ensaio de ciclos térmicos .....	48
9.3.16	Ensaio para determinação do coeficiente por graus Celsius para correção da resistência de isolamento .....	48
9.3.17	Ensaio de determinação da composição química das ligas de Alumínio	48
9.4	RELATÓRIOS DE ENSAIOS .....	49
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM .....	50
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL .....	50
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	50
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO .....	51
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL .....	51
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	51
12	NOTAS COMPLEMENTARES .....	51
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO .....	52
14	VIGÊNCIA .....	52
15	TABELAS .....	53




TABELA 1 - Características dimensionais dos cabos de alumínio protegido de camada dupla .....	53
TABELA 2 - Características físicas/elétricas do cabo de alumínio protegido .....	55
TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento .....	56
TABELA 4 - Relação dos ensaios .....	58
16 DESENHOS .....	59
DESENHO 1 - Formação dos cabos de alumínio protegido de camada dupla .....	59
17 ANEXOS .....	60
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas .....	60
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções .....	63



## 1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento de Cabos de Alumínio (CBA), tipo coberto com material polimérico (XLPE/HDPE), camada simples, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam-se às montagens das linhas e redes aéreas de distribuição, do tipo protegida (compacta), em classe de tensão até 36,2 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

Esta Especificação Técnica não se aplica:

- Cabo de alumínio protegido com material polimérico, camada simples;
- Cabo de cobre protegido com material polimérico, camada simples.

## 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 11873, Cabos cobertos com material polimérico, classe de tensão de 15 kV, 25 kV e 35 kV, para redes de distribuição aérea de energia elétrica

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os cabos de alumínio coberto devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as normas técnicas mencionadas abaixo.


## 4.1 Legislação e regulamentos federais

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências
- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- Decreto Legislativo N.º 204, de 2004, Aprova o texto da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes, adotada, naquela cidade, em 22/05/2001

- Portaria Interministerial MTE/MS N.º 775, de 28/04/2004, Dispõe sobre a proibição, em todo o Território Nacional, da comercialização de produtos acabados que contenham "benzeno" em sua composição
- Resolução normativa ANEEL N.º 1.000, de 07/12/2021, Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica
- Resolução 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 5118, Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5471, Cabos elétricos - Terminologia
- ABNT NBR 6236, Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos

- 
- ABNT NBR 6810, Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos
  - ABNT NBR 6813, Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento
  - ABNT NBR 6814, Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica
  - ABNT NBR 6881, Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação - Ensaio de tensão elétrica
  - ABNT NBR 7295, Fios e cabos elétricos - Ensaio de capacitância e fator de dissipação
  - ABNT NBR 7300, Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistividade volumétrica
  - ABNT NBR 7307, Fios e cabos elétricos - Ensaio de fragilização
  - ABNT NBR 7310, Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço
  - ABNT NBR 9326, Conectores para cabos de potência - Ensaio de ciclos térmicos e curtos-circuitos
  - ABNT NBR 11137, Carretel de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas
  - ABNT NBR 11788, Conectores de alumínio para ligações aéreas de condutores elétricos em sistemas de potência
  - ABNT NBR 13977, Cabos ópticos - Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) - Método de ensaio
  - ABNT NBR 14070, Alumínio e suas ligas - Métodos de análises químicas
  - ABNT NBR ISO 209, Alumínio e suas ligas - Composição química
  - ABNT NBR NM 280, Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)

- ABNT NBR NM IEC 60811-1-1, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas
- ABNT NBR NM IEC 60811-1-2, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico
- ABNT NBR NM IEC 60811-1-3, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 3: Métodos para determinação da densidade de massa - Ensaio de absorção de água - Ensaio de retração
- ABNT NBR NM IEC 60811-4-1, Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno - Capítulo 1: Resistência à fissuração por ação de tensões ambientais - Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar - Medição do índice de fluidez - Determinação do teor de negro-de-fumo e/ou de carga mineral em polietileno

### 4.3 Normas técnicas internacionais

- ASTM D573, Standard test method for rubber - deterioration in an air oven
- ASTM D3418, Standard test method for transition temperatures and enthalpies of fusion and crystallization of polymers by differential scanning calorimetry
- ASTM E2009, Standard test methods for oxidation onset temperature of hydrocarbons by differential scanning calorimetry
- ASTM E3061, Standard test method for analysis of aluminum and aluminum alloys by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (performance based method)

- 
- ASTM G155, Standard practice for operating xenon arc lamp apparatus for exposure of materials
  - IEC 60228, Conductors of insulated cables
  - IEC 60721-1, Classification of environmental conditions - Part 1: Environmental parameters and their severities
  - IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions - Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature - Temperature and humidity
  - IEC 60721-2-2, Classification of environmental conditions - Part 2-2: Environmental conditions appearing in nature - Precipitation and wind
  - IEC 60721-2-4, Classification of environmental conditions - Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature - Solar radiation and temperature
  - IEC 60811-201, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 201: General tests - Measurement of insulation thickness
  - IEC 60811-202, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 202: General tests - Measurement of thickness of non-metallic sheath
  - IEC 60811-203, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 203: General tests - Measurement of overall dimensions
  - IEC 60811-301, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 301: Electrical tests - Measurement of the permittivity at 23 °C of filling compounds

- IEC 60811-302, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 302: Electrical tests - Measurement of the d.c. resistivity at 23 °C and 100 °C of filling compounds
- IEC 60811-402, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 402: Miscellaneous tests - Water absorption tests
- IEC 60811-411, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 411: Miscellaneous tests - Low-temperature brittleness of filling compounds
- IEC 60811-412, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 412: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air bomb
- IEC 60811-502, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 502: Mechanical tests - Shrinkage test for insulations
- IEC 60811-507, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 507: Mechanical tests - Hot set test for cross-linked materials
- IEC 60811-605, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 605: Physical tests - Measurement of carbon black and/or mineral filler in polyethylene compounds
- IEC TS 60815-1, Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles
- ISO 209, Aluminium and aluminium alloys - Chemical composition
- ISO 4892-2, Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps

- ISO 11357-1, Plastics - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 1: General principles
- ISO 11357-6, Plastics - Differential scanning calorimetry (DSC) - Part 6: Determination of oxidation induction time (isothermal OIT) and oxidation induction temperature (dynamic OIT)

#### NOTAS:

- I. Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- II. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;
- III. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;
- IV. As siglas acima referem-se a:
  - ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
  - CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
  - IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
  - INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
  - MS - Ministro da Saúde
  - MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
  - ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas



- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- 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, ABNT NBR 5471 e ABNT NBR 11873, complementadas pelos seguintes termos:

### 5.1 Fio

Produto metálico maciço e flexível, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal.


### 5.2 Cabo

Conjunto de fios encordados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

#### 5.2.1 Cabo coberto ou cabo protegido

Cabo com cobertura protetora extrudada de material polimérico, que visa à redução da corrente de fuga em caso de contato acidental do cabo com objetos aterrados e diminuição do espaçamento entre condutores.

### 5.3 Carretel



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

#### 5.4 Composto HDPE

Composto termoplástico extrudado de polietileno de alta densidade

#### 5.5 Composto XLPE

Composto termofixo extrudado de polietileno reticulado.

#### 5.6 Comprimento nominal

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

#### 5.7 Condutor bloqueado

Condutor cujos interstícios são preenchidos ao longo de todo o seu comprimento, com a finalidade de conter o ingresso longitudinal de água no seu interior.

#### 5.8 Deformação a quente

Profundidade da penetração verificada após o ensaio descrito nesta Especificação Técnica, em amostra de fio ou cabo elétrico, expressa como porcentagem do valor de espessura do corpo-de-prova.


#### 5.9 Lance

Uma unidade de expedição de comprimento contínuo.

#### 5.10 Quantidade efetiva

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

#### 5.11 Quantidade nominal



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

## 5.12 Rede protegida

Redes aéreas, monofásicas e/ou trifásicas, que utilizam cabos cobertos fixados em espaçadores, sustentados por um cabo mensageiro, apresentando uma configuração compacta, este tipo de rede tem a finalidade de evitar o contato entre as fases.

## 5.13 Relação de encordoamento

Razão entre o comprimento axial de uma hélice completa de fio encordoado e o diâmetro externo da hélice.

## 5.14 Seção de um cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

## 5.15 Sentido de encordoamento


Sentido, para a direita (horário) ou para a esquerda (anti-horário), segundo o qual os fios, ao passarem pela parte superior da coroa externa do cabo, se afastam de um observador que olhe na direção do eixo do condutor.

## 5.16 Trilhamento elétrico (tracking)

Fenômeno produzido na superfície externa da cobertura do cabo, devido à circulação de corrente elétrica de fuga, originada pelo surgimento de uma diferença de potencial entre dois pontos dessa superfície.

A região da cobertura do cabo, percorrida por essa corrente, tem sua resistência superficial aumentada em decorrência do aquecimento e do ressecamento produzidos no local.

A etapa seguinte do processo é a carbonização do composto, em função dos micros arcos localizados que se formam na região afetada.



Progressivamente, a superfície carbonizada do material torna o campo elétrico cada vez mais irregular, resultando em elevações sucessivas da resistência superficial e, conseqüentemente, levando o composto polimérico à degradação e à deterioração.

### 5.17 Unidade de expedição

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

### 5.18 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.

### 5.19 Ensaio 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.

### 5.20 Ensaio 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 de serviço

Os cabos de alumínio coberto tratados nesta Especificação Técnica devem ser adequados para operar nas seguintes condições:

- a) Altitude não superior a 1.500 metros acima do nível do mar;
- b) Temperatura, conforme IEC 60721-2-1:
  - Máxima do ar ambiente: 45 °C;
  - Média, em um período de 24 horas: 35 °C;
  - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Pressão máxima do vento: 700 Pa (70 daN/m<sup>2</sup>), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m<sup>2</sup>, com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;

- g) Classe de severidade de poluição local (SPS) leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- h) Vibrações insignificantes devido a causas externas aos cabos de alumínio ou devido a tremores de terra, conforme IEC 60721-1.

### 7.1.1 Regime permanente

A temperatura no condutor em regime permanente não pode ultrapassar 90 °C.

### 7.1.2 Regime de sobrecarga

Para atender a eventuais sobrecargas, admite-se uma temperatura maior no condutor, mas cuja duração não pode ultrapassar 100 (cem) horas em qualquer período de 12 (doze) meses consecutivos, nem 500 (quinhentos) horas ao longo de toda a vida do cabo.

A temperatura no condutor em regime de sobrecarga não pode ultrapassar 100 °C.

### 7.1.3 Regime de curto-circuito

A duração em regime de curto-circuito não pode ser superior a 5 (cinco) segundos. A temperatura não pode ultrapassar 250 °C.

## 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:

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

### 7.3 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 % 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.

### 7.4 Acondicionamento

Os cabos de alumínio coberto devem ser acondicionados em carretéis de madeira, conforme ABNT NBR 11137, não retornáveis, com massa bruta não superior a 2.000 (dois mil) quilogramas, 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. Ser isentos de trincas, rachaduras ou qualquer outro tipo de defeito e não apresentar pontas ou cabeças de pregos ou parafusos que possam danificar o cabo e apropriadas para armazenamento ao tempo e operações de carga e descarga e ao manuseio, de acordo com as normas da ABNT NBR 7310;
- b) 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, como intempéries, umidade, choques etc., e ao manuseio;

c) O material em contato com o cabo 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:


VI. 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.

VII. O cabo deve ser bobinado 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.

Cada carretel deve ser identificado, de forma legível e indelével, com placas de alumínio, aço inoxidável ou etiquetas de material polimérico com resistente às intempéries e UV, marcadas em alto ou baixo relevo, 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 do cabo (categoria, código internacional se aplicável, diâmetro, área da seção transversal (em mm<sup>2</sup>), número de fios etc.);
  - g) Número e comprimento de lances na bobina, em metros;
  - h) Massa líquida, em quilogramas (kg);
  - i) Massa bruta, em quilogramas (kg);
  - j) ABNT NBR 11873;
  - k) Número e quaisquer outras informações especificadas na 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.

## 7.5 Meio ambiente



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

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.

## 7.6 Expectativa de vida útil

Os cabos de alumínio coberto devem ter uma expectativa de vida útil mínima, de 28 (vinte e oito) 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 25 (vinte e cinco) anos de vida útil, provenientes de processo fabril;
- A partir do 26º ano, admite-se 0,1 % de falhas para cada período de 1 (um) anos, acumulando-se, no máximo, 0,3 % de falhas no fim do período de vida útil.

### NOTA:

- X. A expectativa de vida útil é estabelecida pela ANEEL, através do Manual de Controle Patrimonial do Setor Elétrico (MCPSE).

## 7.7 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.

## 7.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos cabos de alumínio coberto, 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 máximo de 24 (vinte e quatro) meses da data de fabricação, não se admitindo, em hipótese nenhuma, cabos usado e/ou recuperado;
- 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:

- XI. A critério da Energisa, os cabos de alumínio coberto 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;
- XII. A relação dos fabricantes homologados de cabos de alumínio coberto pode ser consultada no site da Energisa, através do link abaixo:

## 7.9 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 desenhos técnicos detalhados, quando aplicável;
- c) Apresentar catálogos e outras informações pertinentes.

Quando os cabos de alumínio coberto 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

Os cabos de alumínio coberto não devem conter engraxamento anticorrosivo.

### 8.1 Material

#### 8.1.1 Fios componentes

Os fios componentes devem ser constituídos de alumínio 1350, de seção compactada, de classe de encordoamento 2, conforme ABNT NBR NM 280 ou IEC 60228:

Os fios devem apresentar:

- a) Condutividade mínima de 61 % IACS a 20 °C;
- b) Resistência elétrica não superior a 0,028264  $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ ;
- c) Massa específica de 2,703  $\text{g}/\text{cm}^3$  a 20 °C.

### 8.1.2 Bloqueio do condutor

O bloqueio do condutor deve preencher os interstícios entre os fios componentes com material compatível química e termicamente com os componentes do cabo.

O material empregado como bloqueio deve ter cor diferenciada para distingui-lo do condutor e deve ser de classe térmica superior às condições de serviço do cabo.

#### NOTA:

XIII. Não são aceitos compostos pegajosos de difícil remoção da superfície do condutor.

O material de bloqueio também não pode causar prejuízo elétrico, térmico ou mecânico às conexões de compressão ou de aperto, normalmente utilizadas em redes aéreas com cabos de alumínio.

### 8.1.3 Blindagem semicondutora

A blindagem semicondutora do condutor é obrigatória para cabos de alumínio coberto de 36,2 kV.

A blindagem semicondutora do condutor deve ser constituída de camada semicondutora extrudada de material polimérico compatível com o material da cobertura, para temperatura de operação de 90 °C.

A blindagem deve estar justaposta e aderente sobre o condutor, porém removível a frio.

A espessura nominal da camada de blindagem semicondutora do condutor (se houver) deverá ser igual ou superior a 0,40 milímetros, com espessura mínima, em qualquer ponto da seção transversal do condutor, igual ou superior a 0,32 milímetros.

#### NOTA:

XIV. Não serão aceitos cabos de 15 kV e 24,2 kV com blindagem semicondutora.

## 8.1.4 Cobertura

A cobertura deve ser constituída 2 (duas) camadas de material polimérico XLPE/HDPE (90 °C), na cor cinza. A espessura deve garantir o nível de suportabilidade dielétrica do cabo, e a superfície externa da cobertura deve prover o cabo de resistência a intempéries, trilhamento elétrico, radiação ultravioleta e abrasão mecânica.

A cobertura deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento. As camadas da cobertura e a camada semicondutora (se houver) devem ser aplicadas na mesma operação.

No caso de haver blindagem semicondutora, a cobertura deve ser aderente a ela, de modo a não permitir a existência de vazios entre ambas ao longo de todo o comprimento do cabo. O mesmo requisito é aplicável às camadas da cobertura.

### NOTA:

XV. No caso de não haver blindagem semicondutora do condutor, a cobertura deve ficar perfeitamente justaposta e concêntrica em relação ao condutor, porém removível a frio, e não devem existir vazios entre ambas ao longo de todo o seu comprimento.

Caso permaneçam resíduos após a remoção da camada semicondutora ou cobertura sobre o condutor, os mesmos devem ser facilmente removíveis a frio.


A espessura mínima da cobertura, em um ponto qualquer de uma seção transversal, não pode diferir do valor nominal indicado na Tabela 1.

## 8.2 Características dimensionais

### 8.2.1 Seção transversal

A seção transversal efetiva dos cabos de alumínio coberto está indicada, em valores aproximados, na Tabela 1.

### 8.2.2 Massa nominal



As massas totais dos cabos de alumínio coberto estão indicadas, em valores aproximados, na Tabela 1.

**NOTA:**

XVI. O fabricante deve fornecer em sua proposta a massa total real dos cabos com erro máximo de 2,0 %.

## 8.3 Acabamento

### 8.3.1 Fios componentes

A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não devem apresentar fissuras, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões, escamas, falhas de encordoamento ou outros defeitos que comprometam o desempenho do produto sobre o fio central e ou camadas internas, quando estas existirem.

### 8.3.2 Cobertura

A camada de material da cobertura aplicada sobre o condutor fase deve ser contínua, uniforme e homogênea ao longo de todo o comprimento do condutor, ser de fácil remoção e não aderente ao condutor.


## 8.4 Designação e marcações do cabo

A seção nominal, a formação e demais características dos cabos devem estar de acordo com a Tabela 1.

A superfície externa da cobertura do cabo deve ser marcada de forma legível e indelével, na cor preto, a intervalos regulares de até 500 milímetros, que não favoreçam o trilhamento elétrico na cobertura, de dimensões e legibilidade adequadas, contendo no mínimo as seguintes informações:

- a) Marca de origem (nome, marca ou logotipo do fabricante);
- b) Material do condutor;



- 
- c) Seção nominal do condutor, expressa em milímetros quadrados (mm<sup>2</sup>);
  - d) Classe de tensão, expressa em quilovolts (kV);
  - e) Material do condutor (alumínio);
  - f) Material da cobertura (XLPE);
  - g) Inscrição “CABO NÃO ISOLADO - NÃO TOCAR”;
  - h) Ano de fabricação;
  - i) Inscrição “BLOQUEADO”.
  - j) ABNT NBR 11873.

## 8.5 Características elétricas

Os valores máximos de resistência elétrica do condutor estão indicados na Tabela 2.

## 8.6 Características mecânicas

A resistência mecânica calculada (RMC) do cabo está apresentada na Tabela 1.


A força necessária para a retirada da cobertura do condutor deve ser determinada, não podendo ser inferior a:

- 20 daN, para os cabos de seção até 50 mm<sup>2</sup>;
- 30 daN, para os cabos de seção de 70 mm<sup>2</sup> até 120 mm<sup>2</sup>;
- 50 daN, para os cabos de seção maior ou igual a 150 mm<sup>2</sup>.

# 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 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:**

XVII. 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 4.

### 9.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico, conforme item 9.3.6;

- 
- e) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.7;
  - f) Ensaio de resistência à abrasão, conforme item 9.3.8;
  - g) Ensaio de tração à ruptura do condutor, conforme item 9.3.9;
  - h) Ensaio de resistência à penetração longitudinal de água, conforme item 9.3.10;
  - i) Ensaio de aderência da cobertura, conforme item 9.3.11;
  - j) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da cobertura, conforme item 9.3.12;
  - k) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da blindagem semicondutora, conforme item 9.3.13;
  - l) Ensaio de permissividade relativa, conforme item 9.3.14;
  - m) Verificação da compatibilidade do material de bloqueio com conexões elétricas, conforme item 9.3.15;
  - n) Ensaio para determinação do coeficiente por graus Celsius para correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.16.

## 9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção geral, conforme item 9.3.1.
- b) Verificação dimensional, conforme item 9.3.2;
- c) Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo, conforme item 9.3.4;

- e) Ensaio de tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico, conforme item 9.3.6;
- g) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.7;
- h) Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio, conforme item 9.3.17.

### 9.2.3 Ensaio especiais (E)

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

- a) Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio de tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de resistência à abrasão, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de tração à ruptura do condutor, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de resistência à penetração longitudinal de água, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaio de aderência da cobertura, conforme item 9.3.11;
- j) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da cobertura, conforme item 9.3.12;

- k) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da blindagem semicondutora, conforme item 9.3.13;
- l) Ensaio de permissividade relativa, conforme item 9.3.14;
- m) Verificação da compatibilidade do material de bloqueio com conexões elétricas, conforme item 9.3.15;
- n) Ensaio para determinação do coeficiente por graus Celsius para correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.16;
- o) Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio, conforme item 9.3.17.

## 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 dos carretéis, conforme item 7.4;
- c) Comprimento dos lances em cada carretel, conforme item 7.3;
- d) Marcação dos cabos, conforme item 8.4.


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

### 9.3.2 Verificação dimensional

#### 9.3.2.1 Diâmetro do condutor

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 ou IEC 60811-203.





Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro do condutor inferiores aos estabelecidos na Tabela 2.

#### **9.3.2.2 Espessura da camada semicondutora**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 ou IEC 60811-202.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da camada semicondutora inferiores aos estabelecidos no item 8.1.3.

#### **9.3.2.3 Espessura da cobertura isolante**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 ou IEC 60811-201.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da espessura da cobertura isolante inferiores aos estabelecidos no item 8.1.4.

#### **9.3.2.4 Diâmetro externo do cabo completo**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 ou IEC 60811-203.


Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de diâmetro do cabo completo inferiores aos estabelecidos na Tabela 1.

### **9.3.3 Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6814 e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica superiores aos valores especificado na Tabela 2.

### **9.3.4 Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo**



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6881 e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de perfurações e/ou fissuras.

### 9.3.5 Ensaio de tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de arco elétrico, queima do material da cobertura ou emissão de fumaça.

### 9.3.6 Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM G155 (Ciclo 1) ou ISO 4892-2, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Interrupção do circuito de ensaio de algum dos corpos de prova por atuação automática do dispositivo de proteção;
- b) Erosão do material da cobertura com comprimento superior a 25 mm de algum dos corpos de prova;
- c) Acendimento de chama no material de algum dos corpos de prova.


### 9.3.7 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6813 e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência de isolamento forem inferiores aos indicados pelo fabricante.

### 9.3.8 Ensaio de resistência à abrasão

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11873.



Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de desbastamento da cobertura superior a 0,25 milímetros.

### 9.3.9 Ensaio de tração à ruptura do condutor

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de ruptura forem inferiores aos valor estabelecidos na Tabela 2.

### 9.3.10 Ensaio de resistência à penetração longitudinal de água

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de vazamento de água pelas extremidades do corpo de prova, através dos interstícios do condutor.

### 9.3.11 Ensaio de aderência da cobertura

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos (média aritmética) de aderência da cobertura inferiores aos valores estabelecidos no item 8.6.

## 9.3.12 Verificação dos requisitos físicos dos materiais da cobertura


### 9.3.12.1 Ensaio de tração sem envelhecimento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 ou IEC 60811-501, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Resistencia à tração: inferior à 12,5 MPa;
- Alongamento à ruptura: inferior a 200 %;

### 9.3.12.2 Ensaio de tração com envelhecimento em estufa de ar



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-2 ou IEC 60811-401 ou ASTM D573, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Após o ensaio de envelhecimento devem ser executado o ensaio de tração conforme item 9.3.13.1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura superiores a 25 %, em relação aos seus respectivos valores originais.

### 9.3.12.3 Ensaio de tração com envelhecimento artificial em câmara de ultravioleta (U.V.)

O ensaio de envelhecimento deve ser executado conforme procedimentos da ASTM G155 (Ciclo 1) ou ISO 4892-2, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Após o ensaio de envelhecimento devem ser executado o ensaio de tração conforme item 9.3.13.1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura superiores a 25 %, em relação aos seus respectivos valores originais.


### 9.3.12.4 Ensaio de alongamento a quente

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-2-1 ou IEC 60811-507, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Alongamento sob carga: superior à 175 %;
- Alongamento após resfriamento: superiores a 15 %.

### 9.3.12.5 Ensaio de retração para isolamento



O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-3 ou IEC 60811-502, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de retração superiores à 4,0 %.

#### **9.3.12.6 Ensaio de absorção de água**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-3 ou IEC 60811-402, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de absorção de água superiores à 0,75 %.

#### **9.3.12.7 Ensaio de permissividade relativa**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7295 ou IEC 60811-301, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de permissividade relativa superiores à 3,0.

#### **9.3.12.8 Ensaio de determinação do teor de negro de fumo**


O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-4-1 ou IEC 60811-605, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Este ensaio não tem efeitos reprobatórios. Devendo os resultados serem informados nos relatórios de ensaio.

#### **9.3.12.9 Temperatura de fusão**

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM D3418 ou ISO 11357-1, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- 
- a) Média dos valores obtidos para a temperatura de fusão dos corpos de prova fora da faixa compreendida pela média dos respectivos valores obtidos no ensaio de tipo  $\pm 2,0$  °C;
  - b) Variação superior a 2,0 °C entre os valores extremos obtidos para a temperatura de fusão dos corpos de prova;
  - c) Ocorrência de picos de transição abaixo da temperatura de fusão, na faixa de temperaturas do ensaio, com qualquer dos corpos de prova, inferiores a 105 °C;
  - d) Ocorrência de oxidação ou degradação do material em temperatura inferior a 245 °C.

#### 9.3.12.10 Temperatura de oxidação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 13977, ASTM E2009 ou ISO 11357-6, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Média dos valores obtidos para a temperatura de fusão dos corpos de prova fora da faixa compreendida pela média dos respectivos valores obtidos no ensaio de tipo  $\pm 2,0$  °C;
- b) Variação superior a 2,0 °C entre os valores extremos obtidos para a temperatura de fusão dos corpos de prova;
- c) Ocorrência de picos de transição abaixo da temperatura de fusão, na faixa de temperaturas do ensaio, com qualquer dos corpos de prova, inferiores a 105 °C;
- d) Ocorrência de oxidação ou degradação do material em temperatura inferior a 245 °C.

#### 9.3.13 Verificação dos requisitos físicos dos materiais da blindagem semicondutora

### 9.3.13.1 Ensaio de tração com envelhecimento em estufa de ar

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60811-1-2 ou IEC 60811-412.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento à ruptura inferiores à 100 %.

### 9.3.13.2 Ensaio de temperatura de fragilização

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7307 ou IEC 60811-411, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de temperatura de fragilização superiores à 15 °C negativos.

### 9.3.13.3 Ensaio de resistividade volumétrica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7300 ou IEC 60811-302, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistividade volumétrica superiores à 10.000  $\Omega$ .cm.

### 9.3.14 Ensaio de permissividade relativa

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 7295 ou IEC 60811-301, e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de permissividade relativa superiores à 3,0.

### 9.3.15 Verificação da compatibilidade do material de bloqueio com conexões elétricas

#### 9.3.15.1 Ensaio de resistência elétrica

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 11788, com conectores a compressão compatíveis.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Acendimento de chama no material de bloqueio;
- b) Gotejamento ou vazamento de material de bloqueio pelas bordas das conexões ou entre os fios formadores do condutor.

### 9.3.15.2 Ensaio de ciclos térmicos

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 9326 e estar em conformidade com ABNT NBR 11788, com conectores a compressão compatíveis.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- a) Acendimento de chama no material de bloqueio;
- b) Gotejamento ou vazamento de material de bloqueio pelas bordas das conexões ou entre os fios formadores do condutor.

**NOTA:**

XVIII. A aplicação de curtos-circuitos neste ensaio pode ser dispensada.

### 9.3.16 Ensaio para determinação do coeficiente por graus Celsius para correção da resistência de isolamento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6813 e estar em conformidade com ABNT NBR 11873.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência de isolamento forem inferiores aos indicados pelo fabricante.

### 9.3.17 Ensaio de determinação da composição química das ligas de Alumínio



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

Constitui falha, se a amostra apresentar de composição químicas diferentes das estabelecidas no item 8.1.1.

**NOTA:**

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

## 9.4 Relatórios de ensaios

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

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

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

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

## 10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

### 10.1 Ensaios de tipo e especial

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especiais, deve seguir as orientações da ABNT NBR 11873 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.

De cada carretel devem ser retirados corpos-de-prova do cabo completo, em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos, desprezando-se o primeiro metro de cada extremidade.

Se um corpo-de-prova for rejeitado em qualquer ensaio, esse deverá ser repetido em dois outros corpos-de-prova do mesmo carretel. Ocorrendo nova falha, o carretel será considerado defeituoso. Se os corpos-de-prova adicionais forem aprovados nos



ensaios, considera-se a amostra como aceita. A quantidade de carretéis defeituosos deve ser levada à Tabela 3, que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

## 11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

### 11.1 Ensaios de tipo e especial

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

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

### 11.2 Ensaios de Recebimento

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

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar relatório apontando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las, submetendo-se o lote a novo ensaio, no mesmo número de amostras, conforme Tabela 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](mailto:normas.tecnicas@energisa.com.br)

## 13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das Alterações Realizadas
01/08/2020	1.0	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desmembramento da ETU em:<ul style="list-style-type: none"><li>○ ETU-110.1 - Cabo de alumínio protegido com material polimérico - Camada simples;</li><li>○ ETU-110.2 - Cabo de alumínio protegido com material polimérico - Camada dupla.</li></ul></li><li>• Correção da espessura da cobertura externa.</li></ul>
01/06/2024	2.0	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ajustes da norma devido a revisão da ABNT NBR 11873, versão 2021;</li><li>• Retirar do item "Emenda", "ENCORDAMENTO";</li><li>• Correção dos ensaios relacionados;</li><li>• Unificação das Tabelas 1 e 2 e adequação à ABNT.</li></ul>
01/01/2024	3.0	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inclusão do item 6;</li><li>• Alteração dos itens 7.6 e 7.7;</li><li>• Inclusão de normas internacionais.</li></ul>

## 14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entra em vigor na data de 01/04/2024 e revoga as documentações anteriores do grupo Energisa.

## 15 TABELAS

TABELA 1 - Características dimensionais dos cabos de alumínio protegido de camada dupla



*Imagem meramente ilustrativa*

Código Energisa	Tensão nominal	Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	N.º de fios	Diâmetro condutor		Espessura nominal da cobertura (XLPE + HDPE) (mm)	Diâmetro externo		Massa total aproximada (kg/km)
	(kV)			Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
		(mm)		(mm)		(mm)			
90624	15,0	50	6	7,7	8,6	3,0 (1,5 + 1,5)	13,7	16,5	235
90625		120	15	12,5	13,5		18,5	21,3	500
90626		185	30	15,5	16,8		21,5	24,3	695
90627	24,2	50	6	7,7	8,6	4,0 (2,0 + 2,0)	15,7	18,6	385
90628		120	15	12,5	13,5		20,5	23,4	560
90629		185	30	15,5	16,8		23,5	26,4	770

TABELA 1 - Características dimensionais dos cabos de alumínio protegido de camada dupla - Continuação

Código Energisa	Tensão nominal	Seção nominal	N.º de fios	Diâmetro condutor		Espessura nominal da cobertura (XLPE + HDPE)	Diâmetro externo		Massa total aproximada
	(kV)			Mínimo	Máximo		Mínimo	Máximo	
		(mm <sup>2</sup> )		(mm)			(mm)		
90630	36,2	70	12	9,3	10,2	7,6 (3,8 + 3,8)	25,3	28,6	660
90631		120	15	12,5	13,5		28,5	31,9	895
90632		185	30	15,5	16,8		31,5	34,9	1.150

NOTA:

- I. O valor de espessura nominal deve ser entendido como média mínimo.

TABELA 2 - Características físicas/elétricas do cabo de alumínio protegido

Tensão nominal	Seção nominal	Carga de ruptura	Capacidade de corrente	Resistência elétrica máxima em CC a 20 °C
(kV)	(mm <sup>2</sup> )	(kN)	(A)	(Ω/km)
15,0	50	6,50	275	0,8220
	120	15,60	480	0,3250
	185	24,05	625	0,2110
24,2	50	6,50	257	0,8220
	120	15,60	444	0,3250
	185	24,05	575	0,2110
36,2	70	9,10	358	0,5680
	120	15,60	493	0,3250
	185	24,05	631	0,2110

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

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inspeção geral;</li> <li>Verificação dimensional;</li> <li>Tensão elétrica aplicada à superfície da cobertura.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura de fusão e oxidação do material da cobertura.</li> <li>Resistência ao trilhamento elétrico;</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Medição da resistência elétrica;</li> <li>Tensão elétrica aplicada no cabo;</li> <li>Resistência de isolamento.</li> </ul>	
	Amostragem normal dupla Nível de Inspeção II NQA 2,5 %				Quantidade de conjuntos de corpos de prova	Amostra		
	Amostra		Ac	Re				
	Seq.	Tam.						
até 30	-	3	0	1	-	100 % das bobinas do lote		
31 a 50	-	5	0	1	1			
51 a 150	1 <sup>a</sup>	13	0	2	2			
	2 <sup>a</sup>		1	2				
151 a 200	1 <sup>a</sup>	20	0	3	3			
	2 <sup>a</sup>		3	4				
201 a 500	1 <sup>a</sup>	32	1	4	4	100 % das bobinas do lote		
	2 <sup>a</sup>		4	5				



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

Tamanho do lote	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeção geral;</li> <li>• Verificação dimensional;</li> <li>• Tensão elétrica aplicada à superfície da cobertura.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura de fusão e oxidação do material da cobertura.</li> <li>• Resistência ao trilhamento elétrico;</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medição da resistência elétrica;</li> <li>• Tensão elétrica aplicada no cabo;</li> <li>• Resistência de isolamento.</li> </ul>	
	Amostragem normal dupla Nível de Inspeção II NQA 2,5 %				Quantidade de Conjuntos de Corpos de Prova		Amostra	
	Amostra		Ac	Re				
	Seq.	Tam.						
501 a 1.200	1 <sup>a</sup>	50	2	5	5			
	2 <sup>a</sup>		6	7				

Legenda:

Seq. - Sequência das amostras;

Tam. - Tamanho das amostras;

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 medição da resistência elétrica do condutor	T / RE / E
9.3.4	Ensaio de tensão elétrica aplicada ao cabo	T / RE / E
9.3.5	Ensaio de tensão elétrica aplicada na superfície da cobertura	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de resistência ao trilhamento elétrico	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente	T / RE / E
9.3.8	Ensaio de resistência à abrasão	T / E
9.3.9	Ensaio de tração à ruptura do condutor	T / E
9.3.10	Ensaio de resistência à penetração longitudinal de água	T / E
9.3.11	Ensaio de aderência da cobertura	T / E
9.3.12	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da cobertura	T / E
9.3.13	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da blindagem semicondutora	T / E
9.3.14	Ensaio de permissividade relativa	T / E
9.3.15	Verificação da compatibilidade do material de bloqueio com conexões elétricas	T / E
9.3.16	Ensaio para determinação do coeficiente por graus Celsius para correção da resistência de isolamento	T / E
9.3.17	Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio	RE / E

Legenda:

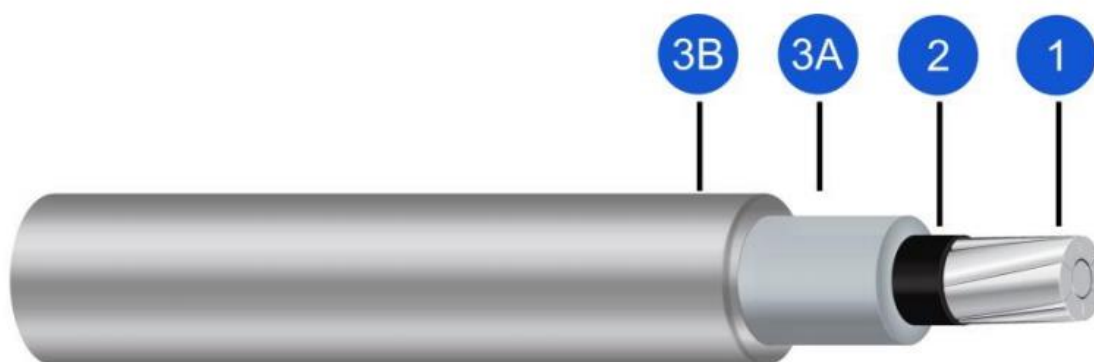
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

## 16 DESENHOS

### DESENHO 1 - Formação dos cabos de alumínio protegido de camada dupla



- 1** Condutor: Alumínio nu, 1350, encordoado com seção circular compacta classe 2 bloqueado contra penetração de água.
- 2** Blindagem do Condutor: Composto termofixo semiconductor - 90 °C.
- 3A** Camada interna: Composto termofixo de polietileno reticulado XLPE 90 °C natural, com excelentes propriedades elétricas.
- 3B** Camada externa: Composto de polietileno de alta densidade (HDPE) resistente às intempéries, trilhamento elétrico, radiação ultravioleta e abrasão mecânica, conferindo total compatibilidade dielétrica entre o cabo, espaçadores e demais acessórios da rede.

## 17 ANEXOS

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

#### CABO DE ALUMÍNIO PROTEGIDO DE CAMADA SIMPLES

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:


Item	Descrição	Característica / Unidade
1	Tipo/modelo:	
2	Código do material:	
2.1	a) Código fabricante:	
2.2	b) Código Energisa:	
3	Material:	
3.1	a) Cabo condutor:	
3.2	b) Bloqueio do condutor:	
3.3	c) Blindagem semicondutora:	
3.4	d) Cobertura:	
4	Dimensões:	
4.1	a) Seção nominal:	mm <sup>2</sup>
4.2	b) Número de fios formadores:	
4.3	c) Diâmetro de fios formadores:	mm
4.4	d) Diâmetro do condutor de alumínio:	mm
4.5	e) Espessura nominal da camada semicondutora:	mm
4.6	f) Espessura nominal da cobertura:	mm
4.7	g) Diâmetro externo do cabo completo:	mm
5	Características elétricas:	
5.1	a) Tensão nominal:	kV
5.2	b) Tensão aplicada:	kV
5.3	c) Tensão aplicada na cobertura:	kV

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

Item	Descrição	Característica / Unidade
5.4	d) Tensão de trilhamento elétrico:	kV
5.5	e) Resistência de isolamento:	MΩ
5.6	f) Resistência elétrica em CC a 20 °C:	Ω/km
5.7	g) Corrente nominal a 40 °C:	A
6	Características mecânicas:	
6.1	a) Carga mínima de ruptura:	daN
6.2	b) Massa do cabo completo:	kg/km
6.3	c)	
6.3	d) Raio médio geométrico:	mm
7	Temperatura:	
7.1	a) De operação em regime permanente:	°C
7.2	b) De operação em regime de sobrecarga:	°C
7.3	c) De curto-circuito:	°C
7.4	d) De fusão do material da cobertura:	°C
7.5	e) De início de degradação do material da cobertura:	°C
8	Teor de negro-de-fumo	%
9	Acondicionamento:	
9.1	a) Número de lances no carretel:	
9.2	b) Comprimento de cada lance no carretel:	m
9.3	c) Peso total do carretel:	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;



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

- 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.



