

*Cabo de alumínio concêntrico para
ramais de serviço até 0,6/1,0 kV*

ESA | DENG | NRM-538 | 2023

Especificação Técnica Unificada

ETU - 111.2

Versão 2.0 - 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), modelo potência (CPT), com isolamento em polietileno termofixo (XLPE), do tipo concêntrico, para ramais de ligação de unidades consumidoras em baixa tensão (LDBT), em classe de tensão até 1,0 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 edição desta Especificação Técnica é a versão 2.0, 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 de ETU-111.2 (Versão 2.0)

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.....	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO.....	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTOS FEDERAIS	9
4.2	NORMAS TÉCNICAS BRASILEIRA	10
4.3	NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAL	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	15
5.1	FIO	15
5.2	CABO	15
5.2.1	Cabo concêntrico	16
5.2.2	Cabo isolado.....	16
5.2.3	Cabo isolado aéreo	16
5.3	CARRETEL	16
5.4	COMPOSTO XLPE	16
5.5	COMPRIMENTO EFETIVO.....	16
5.6	COMPRIMENTO NOMINAL	16
5.7	ESPULA	17
5.8	LANCE	17
5.9	PASSO DE ENCORDOAMENTO	17
5.10	QUANTIDADE EFETIVA	17
5.11	ROLO	17
5.12	SEÇÃO DE UM CABO.....	17
5.13	SENTIDO DE ENCORDOAMENTO	17
5.14	UNIDADE DE EXPEDIÇÃO	17
5.15	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	18
5.16	ENSAIOS DE TIPO	18
5.17	ENSAIOS ESPECIAIS	18
6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES.....	18
7	CONDIÇÕES GERAIS	19
7.1	CONDIÇÕES DE SERVIÇO	19
7.1.1	Regime permanente.....	20
7.1.2	Regime de sobrecarga	20
7.1.3	Regime de curto-circuito.....	20
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	20
7.3	COMPRIMENTO DOS LANCES	21

7.4	ACONDICIONAMENTO	21
7.5	MEIO AMBIENTE	24
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	26
7.7	GARANTIA	26
7.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO	26
7.9	AVALIAÇÃO TÉCNICA DO MATERIAL	27
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	28
8.1	MATERIAL.....	28
8.1.1	Fios componentes de alumínio	28
8.1.1.1	Condutor fase não concêntrico	28
8.1.1.2	Condutor concêntrico (condutor neutro)	29
8.1.2	Isolamento interno	29
8.1.3	Capa interna	30
8.1.4	Fita separadora	30
8.1.5	Isolação externa	30
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	31
8.2.1	Encordoamento	31
8.2.2	Reunião dos condutores fase	31
8.3	ACABAMENTO	31
8.4	IDENTIFICAÇÃO E MARCAÇÃO DO DOS CONDUTORES	32
8.5	CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	33
9	INSPEÇÃO.....	33
9.1	GENERALIDADE.....	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)	38
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS.....	39
9.3.1	Inspeção visual.....	39
9.3.2	Verificação dimensional	40
9.3.2.1	Diâmetro do condutor	40
9.3.2.2	Espessura da cobertura isolante.....	40
9.3.2.3	Diâmetro externo do cabo completo	40
9.3.2.4	Ensaio de verificação do passo	40
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 resistência de isolamento à temperatura ambiente	41
9.3.6	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação	41
9.3.7	Ensaio de tensão elétrica de longa duração	42
9.3.8	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação	42

9.3.8.1	Ensaio de tração sem envelhecimento	42
9.3.8.2	Ensaio de tração com envelhecimento em estufa de ar	42
9.3.8.3	Ensaio de tração com envelhecimento em câmara UV.....	42
9.3.8.4	Ensaio de alongamento a quente.....	43
9.3.8.5	Ensaio de absorção de água.....	43
9.3.8.6	Ensaio de retração para isolação.....	43
9.3.8.7	Ensaio de determinação do teor de negro de fumo	43
9.3.9	Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento	44
9.3.10	Ensaio de centelhamento	44
9.3.11	Ensaio de resistência à abrasão da cobertura	44
9.3.12	Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio	44
9.3.13	Determinação do percentual de cobertura do condutor concêntrico ..	45
9.4	RELATÓRIO DOS ENSAIOS	45
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM.....	46
10.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL	46
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	46
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	47
11.1	ENSAIOS DE TIPO E ESPECIAL	47
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	47
12	NOTAS COMPLEMENTARES	47
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	48
14	VIGÊNCIA	48
15	TABELAS.....	50
	TABELA 1 - Características físicas e elétricas dos cabos concêntricos	50
	TABELA 2 - Planos de amostragem	52
	TABELA 3 - Relação de ensaios.....	53
16	DESENHOS	54
	DESENHO 1 - Formação dos cabos concêntricos	54
17	ANEXOS	55
	ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas	55
	ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções	58

1 OBJETIVO

Esta especificação técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos exigíveis, mecânicos e elétricos, para fabricação, ensaios e recebimento Cabo de Alumínio (CBA), modelo potência (CPT), com isolamento em polietileno termofixo (XLPE), do tipo concêntricos, a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se às montagens das linhas e redes aéreas de distribuição, do tipo convencional, em classe de tensão até 1,0 kV, situado em áreas urbanas e rurais, previstas nas normas técnicas vigentes nas Empresas do Grupo Energisa.

NOTA:

- I. Este material tem seu uso proibido em linhas e redes de distribuição em baixa tensão (LDBT).

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 15716, Cabos de alumínio concêntricos para ramais de consumidores com isolamento interna de XLPE e isolamento externa de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os cabos de alumínio concêntricos 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 Normativa CONAMA N.º 1, de 23/01/1986, Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA
- Resolução Normativa CONAMA N.º 237, de 19/12/1997, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
- Norma Regulamentadora N.º 10 (NR-10), Segurança em instalações e serviços em eletricidade
- Norma Regulamentadora N.º 17 (NR-17), Ergonomia

4.2 Normas técnicas brasileira

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5471, Cabos elétricos
- ABNT NBR 6236, Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos - Requisitos
- ABNT NBR 6251, Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos

- ABNT NBR 6813, Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento - Método de ensaio
- ABNT NBR 6814, Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica - Método de ensaio
- ABNT NBR 6881, Fios e cabos elétricos de potência ou controle - Ensaio de tensão elétrica - Método de ensaio
- 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 7312, Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais
- ABNT NBR 9024, Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudada de XLPE para tensões de 10 kV a 35 kV com cobertura - Requisitos de desempenho
- ABNT NBR 11137, Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas
- ABNT NBR 14070, Alumínio e suas ligas - Métodos de análises químicas
- ABNT NBR 15443, Fios, cabos e condutores elétricos - Verificação dimensional e de massa
- ABNT NBR NM 244, Condutores e cabos isolados - Ensaio de centelhamento
- 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 60811-2-1, Métodos de ensaio comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Capítulo 1: Ensaio de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral
- 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 internacional

- 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 light apparatus for exposure of non-metallic 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 60811-203, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 203: General tests - Measurement of overall dimensions
 - IEC 60811-401, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 401: Miscellaneous tests - Thermal ageing methods - Ageing in an air oven
 - IEC 60811-402, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 402: Miscellaneous tests - Water absorption tests
 - IEC 60811-501, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 501: Mechanical tests - Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds
 - IEC 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 62230, Electric cables - Spark-test method
- 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 4892-2, Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 2: Xenon-arc lamps

NOTA:

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

- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- NM - Norma Mercosul
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- ISO - International Organization for Standardization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460, ABNT NBR 5471 e ABNT NBR 15716, 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 encordoados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

5.2.1 Cabo concêntrico

Cabo multipolar constituído por um condutor central isolado e uma ou mais camadas isoladas entre si, de condutores dispostos helicoidalmente.

5.2.2 Cabo isolado

Cabo constituído de uma ou mais veias e, se existentes, o envoltório individual de cada veia, o envoltório do conjunto das veias e os envoltórios de proteção do cabo, podendo ter também um ou mais condutores não isolados.

5.2.3 Cabo isolado aéreo

Cabo isolado apropriado para ser instalado acima do solo, em instalações externas.

5.3 Carretel

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

5.4 Composto XLPE

Composto termofixo extrudado de polietileno reticulado.

5.5 Comprimento efetivo

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

5.6 Comprimento nominal

Comprimento padrão de fabricação e/ou comprimento que conste na Ordem de Compra de Material (OCM).

5.7 Espula

Carretel destinado a receber os fios componentes do cabo para o processo de encordoamento.

5.8 Lance

Constituído por uma unidade de expedição de comprimento contínuo.

5.9 Passo de encordoamento

Comprimento da projeção axial de uma volta completa dos fios ou grupos de fios, ou outros componentes, de uma determinada coroa.

5.10 Quantidade efetiva

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

5.11 Rolo

Acondicionamento em forma toroidal, não contendo núcleo.

5.12 Seção de um cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

5.13 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.

5.14 Unidade de expedição

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

5.15 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.

5.16 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.

5.17 Ensaios especiais

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

Este tipo de ensaio é executado e custeado pela Energisa.

6 HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES

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

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

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições de serviço

Os cabos de alumínio concêntricos 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/m²), valor correspondente a uma velocidade do vento de 122,4 km/h, conforme IEC 60721-2-2;
- d) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- e) Nível de radiação solar: 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta, conforme IEC 60721-2-4;
- f) Precipitação pluviométrica: média anual de 1.500 a 3.000 milímetros, conforme IEC 60721-2-2;
- 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 deve ultrapassar 90 °C.

7.1.2 Regime de sobrecarga

A temperatura no condutor, em regime de sobrecarga, não deve ultrapassar 130 °C.

A operação neste regime não deve superar 100 (cem) horas durante 12 (doze) meses consecutivos, nem 500 (quinhentas) horas durante a vida do cabo.

7.1.3 Regime de curto-circuito

A temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não deve ultrapassar 250 °C.

A duração neste regime não deve ultrapassar 5 (cinco) segundos.

7.2 Linguagens e unidades de medida

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

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

NOTA:

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

7.3 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.

7.4 Acondicionamento

Os cabos de alumínio concêntricos deveram ser acondicionados em:

- Carretéis de madeira, conforme ABNT NBR 11137, não retornáveis, com massa bruta não superior a 2.000 (dois mil) quilogramas;
- Rolos, conforme ABNT NBR 7312, com massa bruta não superior a 25 (vinte e cinco) 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:

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

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

VIII. 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 (em mm), área da seção transversal (em mm²/AWG/MCM), 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);
- a) ABNT NBR 15716;
- b) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- c) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- d) Número e quaisquer outras informações especificadas no Ordem de Compra de Material (OCM).
- e) 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
- j) Número e quaisquer outras informações especificadas na Ordem de Compra de Material (OCM);

- k) 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:

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

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 concêntricos, 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 concêntricos, 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, quando exigido pela Energisa, 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 concêntricos 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:

XII. 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

Somente serão aceitos cabos de alumínio concêntricos, 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:

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

<https://grupoenergisa.com.br/paginas/fornecedores/fornecedores.aspx>

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 concêntricos 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 concêntricos não devem conter engraxamento anticorrosiva.

8.1 Material

8.1.1 Fios componentes de alumínio

8.1.1.1 Condutor fase não concêntrico

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

- Até 16 mm² (este incluso): Circular não-compactado; e
- 25 mm²: Circular compactado.

Os fios devem apresentar:

- a) Limite de resistência à tração de, no mínimo, 95 % do valor individual exigido antes do encordoamento e devem conservar as características de ductilidade;
- b) Condutividade mínima de 61 % IACS a 20 °C;
- c) Resistência elétrica não superior a 0,028264 Ω.mm²/m;
- d) Massa específica de 2,703 g/cm³ a 20 °C;
- e) Apresentar teor de pureza de no mínimo 99,5 % na matéria prima utilizada na sua fabricação.

8.1.1.2 Condutor concêntrico (condutor neutro)

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

- a) Limite de resistência à tração de, no mínimo, 95 % do valor individual exigido antes do encordoamento e devem conservar as características de ductilidade;
- b) Condutividade mínima de 61 % IACS a 20 °C;
- c) Resistência elétrica não superior a 0,028264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$;
- d) Massa específica de 2,703 g/cm³ a 20 °C;
- e) Apresentar teor de pureza de no mínimo 99,5 % na matéria prima utilizada na sua fabricação;
- f) Os fios devem ter alongamento mínimo, a 250 mm, de 15 %.

8.1.2 Isolamento interno

A isolação interna dos condutores fase deve ser constituída de composto extrudado à base de polietileno termofixo (XLPE), com características físicas conforme ABNT NBR 6251, na cor preta e apresentar as seguintes características:

- A espessura nominal da isolação interna deve ser de 1,0 mm. A espessura média mínima da isolação interna não deve ser inferior ao seu valor nominal.
- A espessura mínima da isolação interna, em um ponto qualquer de uma seção transversal, pode ser inferior ao valor nominal, contanto que a diferença não exceda 0,1 mm (+ 10 %) do valor nominal especificado
- Ser apta para funcionamento em ambientes úmidos ou secos, e ser resistente a esforços mecânicos durante a instalação e operação dos cabos de alumínio concêntricos.

- Deverá ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento, devendo estar justaposta ao condutor não concêntrico, porém facilmente removível e não aderente a este.
- Suportar as temperaturas máximas do condutor, conforme item 7.9.

As demais características da isolação estão descritas na Tabela 1.

NOTA:

XV. Não será aceito isolação do tipo polietileno termoplástico (PE).

8.1.3 Capa interna

Nos condutores com 2 (dois) ou 3 (três) cabos fases reunidos, deve ser aplicada uma capa interna por extrusão, conforme ABNT NBR 6251, de modo a obter uma forma externa praticamente circular, facilitando a aplicação do condutor neutro concêntrico.

A capa interna deve ser constituída por material compatível com a temperatura de operação do cabo e compatível com o material de isolação.

8.1.4 Fita separadora

Sobre o condutor neutro concêntrico deve ser aplicada uma fita separadora constituída de material compatível, química e termicamente, com o material do condutor e da isolação, conforme ABNT NBR 6251.

8.1.5 Isolação externa

A isolação externa deve ser constituída por composto extrudado à base de polietileno termofixo (XLPE), com características físicas conforme ABNT NBR 6251, na cor preta e apresentar as seguintes características:

- Ser contínua em todo seu comprimento, uniforme, homogênea na cor preta, devendo conter negro-de-fumo disperso, com teor mínimo de 2,0 %.

- A isolação externa deve ser aplicada sobre a fita separadora. Deverá estar justaposta ao condutor, porém facilmente removível e não aderente a este;
- A espessura nominal da isolação externa deve ser conforme Tabela 1. A espessura média mínima da isolação externa não deve ser inferior ao seu valor nominal;
- A espessura mínima da isolação externa, em um ponto qualquer de uma seção transversal, pode ser inferior ao valor nominal, contanto que a diferença não exceda 0,1 mm (+ 10 %) do valor nominal especificado.

As demais características da cobertura externa estão descritas na Tabela 1.

8.2 Características dimensionais

8.2.1 Encordoamento

Os fios componentes do condutor neutro concêntrico devem ser aplicados de forma helicoidal sobre a isolação do condutor fase ou capa interna, com passo máximo de 23 (vinte e três) vezes o diâmetro da superfície a ser coberta, garantindo uma cobertura mínima de 90 %.

8.2.2 Reunião dos condutores fase

Nos cabos com mais de um condutor fase, não concêntrico, as veias devem ser reunidas conforme estabelecido na ABNT NBR 6251.

O passo de reunião deve ser no máximo 60 (sessenta) vezes o diâmetro nominal do condutor fase.

8.3 Acabamento

Os fios componentes de alumínio do condutor fase e neutro devem apresentar superfície lisa, isenta de farpas, escamas, fissuras, mossas e outras imperfeições, possuir diâmetro uniforme e seção reta circular.



A camada de material isolante 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 Identificação e marcação do dos condutores

Os cabos de alumínio concêntricos com mais de um condutor fase não concêntricos, devem ser identificados de forma permanente, sendo permitido cores, números ou palavras. No caso de identificação por cores, devem ser adotadas as seguintes cores:

- 1 condutor fase: preto;
- 2 condutores fases: preto e branco;
- 3 condutores fases: preto, branco e vermelho.

NOTA:

XVI. Não serão aceitos método de identificação do condutor por meio de veias e ou numeração.

A superfície externa da cobertura dos condutores preto, em intervalos regulares de ± 500 milímetros, deve ser marcada com os seguintes dizeres:

A superfície externa da cobertura deve ser marcada com os seguintes dizeres, a intervalos regulares de até 500 milímetros:

- a) Nome do fabricante;
- b) Número de condutores;
- c) Seção nominal, expressa em milímetros quadrados (mm^2);
- d) Material do condutor fase (AL);
- e) Material da isolação (XLPE);
- f) Tensão de isolamento U_0/U , expressa em quilovolts (kV);

g) Ano de fabricação (AAAA).

NOTA:

XVII. No que se refere às alíneas b) e c), são designados por:

$$n \times S + N.$$

Onde

n = número de condutores fase;

S = seção do (s) condutor (es) fase;

N é a seção do condutor neutro concêntrico.

8.5 Características elétricas

Os cabos de alumínio concêntricos devem possuir:

- Tensões de isolamento de 0,6/1 kV;
- Resistência elétrica conforme indicado na Tabela 1.

9 INSPEÇÃO

9.1 Generalidade

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:

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

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 3.

9.2.1 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de 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 resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de tensão elétrica de longa duração, conforme item 9.3.7;
- f) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação, conforme item 9.3.8;

- g) Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.9.

9.2.2 Ensaios de recebimento (RE)

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

- a) Inspeção visual, 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 resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.5;
- f) Ensaio de centelhamento, conforme item 9.3.10;
- g) Ensaio de resistência à abrasão da cobertura, conforme item 9.3.11;
- h) Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio, conforme item 9.3.12.

9.2.3 Ensaios especiais (E)

Os ensaios de 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 resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação, conforme item 9.3.6;

- e) Ensaio de tensão elétrica de longa duração, conforme item 9.3.7;
- f) Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação, conforme item 9.3.8;
- g) Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.9;
- h) Ensaio de centelhamento, conforme item 9.3.10;
- i) Ensaio de resistência à abrasão da cobertura, conforme item 9.3.11;
- j) Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio, conforme item 9.3.12;
- k) Determinação do percentual de cobertura do condutor concêntrico, conforme item 9.3.13.

9.3 Descrição dos ensaios

9.3.1 Inspeção visual

O inspetor deverá efetuar uma inspeção geral, verificando:

- a) Acabamento, conforme item 8.3;
- b) Acondicionamento e identificação dos carretéis e rolos, conforme item 7.4;
- c) Comprimento dos lances em cada carretel, conforme item 7.3;
- d) Identificação dos cabos e 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 1.

9.3.2.2 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:

- Interna: Inferiores aos estabelecidos no item 8.1.2;
- Externa: Inferiores aos estabelecidos no item 8.1.5.

9.3.2.3 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 condutor inferiores aos estabelecidos na Tabela 1.

9.3.2.4 Ensaio de verificação do passo

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15443.

Constitui falha, se a amostra apresentar passo de reunião medido for superior a 60 vezes o diâmetro do cabo unipolar.

9.3.3 Ensaio de medição da resistência elétrica do condutor

Este ensaio é exclusivo para o (s) condutor (es) de fase.

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6814 e estar em conformidade com ABNT NBR 15716.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica superiores aos valores especificados na Tabela 1.

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 15716.

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

9.3.5 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 15716.

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

9.3.6 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6813 e estar em conformidade com ABNT NBR 15716.

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

9.3.7 Ensaio de tensão elétrica de longa duração

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6881 e estar em conformidade com ABNT NBR 15716.

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

9.3.8 Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação

9.3.8.1 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 6251.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

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

9.3.8.2 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, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251.

Após o ensaio de envelhecimento devem ser executado o ensaio de tração conforme item 9.3.8.1.

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.

9.3.8.3 Ensaio de tração com envelhecimento em câmara UV

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ASTM G155 (Ciclo 1) ou ISO 4892-2, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251.



Após o ensaio de envelhecimento devem ser executado o ensaio de tração conforme item 9.3.8.1.

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.

9.3.8.4 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 6251.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

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

9.3.8.5 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 6251.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de variação máxima permissível de massa superiores à 1,0 mg/cm².

9.3.8.6 Ensaio de retração para isolação

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 6251.

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

9.3.8.7 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 6251.

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

9.3.9 Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 6813.

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

9.3.10 Ensaio de centelhamento

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR NM 244 ou IEC 62230.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de centelhamento ou quaisquer tipos de danos na isolação do cabo.

9.3.11 Ensaio de resistência à abrasão da cobertura

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 9024.

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

9.3.12 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.

9.3.13 Determinação do percentual de cobertura do condutor concêntrico

O ensaio deve ser executado conforme procedimentos da ABNT NBR 15716.

Constitui falha se a amostra apresentar valores medidos foram inferiores a 90 % de cobertura.

9.4 Relatório dos ensaios

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

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

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

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

10 PLANOS DE AMOSTRAGEM

10.1 Ensaios de tipo e especial

O plano de amostragem para os ensaios de tipo e especial deve seguir as orientações da ABNT NBR 15716 e demais normas indicadas.

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

10.2 Ensaios de recebimento

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

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 2, que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

11.1 Ensaios de tipo e especial

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 cabo de alumínio de multiplexado autossustentado não será aceito.

11.2 Ensaios de recebimento

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

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

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

12 NOTAS COMPLEMENTARES

Em qualquer tempo e sem necessidade de aviso prévio, esta Especificação Técnica poderá sofrer alterações, no seu todo ou em parte, por motivo de ordem técnica

e/ou devido às modificações na legislação vigente, de forma a que os interessados deverão, periodicamente, consultar a Energisa.

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

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/07/2020	0.0	<ul style="list-style-type: none">Está 1ª edição cancela e substitui a Norma Distribuição Unificada 010 (NDU-010), Classe 11, todos os desenhos relacionados aos cabos de alumínio concêntricos (AL) e/ou cobre (CU), a qual foi tecnicamente revisada.
01/01/2022	1.0	<ul style="list-style-type: none">Incorporação da Errata 1;Ajustes nos itens 8.4 e 11;Inclusão do Anexo 1 e 2.
01/01/2024	2.0	<ul style="list-style-type: none">Inclusão de ensaios internacionais como alternativa;Alteração da relação dos ensaios;Inclusão do item 6 e 7.9.

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 físicas e elétricas dos cabos concêntricos



Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Seção de cada condutor (mm ²)	Condutor fase				Condutor neutro		Diâmetro externo nominal do cabo (mm)	Peso líquido nominal aprox.. (kg/km)	Tração máxima (daN)	Corrente nominal (A)	Resistência elétrica (máx.) à 20 °C (Ω/km)
		Formação	Diâmetro do condutor		Isolação (mm)	Diâmetro dos fios (mínimo) (mm)	Isolação (mm)					
			Mín.	Máx.								
			(mm)									
90296	1x10+10	7	3,80	4,10	1,00	0,40	1,20	9,90	98	140	62	3,080
90297	1x16+16		4,60	5,20		0,50	1,20	13,00	140	160	81	1,910
91170	1x25+25		5,60	6,50		1,40	1,40	15,20	262	180	107	1,200
91171	2x10+10	7	3,80	4,10	1,00	0,40	1,20	16,80	265	280	55	3,080
91172	2x16+16		4,60	5,20		0,50	1,20	19,40	370	320	73	1,910
91173	2x25+25		5,60	6,50		1,40	1,40	22,70	545	340	82	1,200
91174	3x10+10	7	3,80	4,10	1,00	0,40	1,20	17,80	313	300	44	3,080

TABELA 1 - Características físicas e elétricas dos cabos cabo concêntrico - Continuação

Código Energisa	Seção de cada condutor (mm ²)	Condutor fase				Condutor neutro		Diâmetro externo nominal do cabo (mm)	Peso líquido nominal aprox.. (kg/km)	Tração máxima (daN)	Corrente nominal (A)	Resistencia elétrica (máx.) à 20 °C (Ω/km)
		Formação	Diâmetro do condutor		Isolação (mm)	Diâmetro dos fios (mínimo) (mm)	Isolação (mm)					
			Mín.	Máx.								
		(mm)		(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(daN)	(A)	(Ω/km)		
91175	3x16+16	7	4,60	5,20	1,00	0,50	1,20	20,60	425	340	59	1,910
91176	3x25+25		5,60	6,50			1,40	23,70	642	370	78	1,200

TABELA 2 - Planos de amostragem

Tamanho do lote (n.º de carretel/rolos)	Amostragem dupla normal Nível de inspeção II NQA 4,0 %			
	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
até 25	-	5	0	1
26 a 90	1ª	8	0	2
	2ª		1	2
91 a 150	1ª	13	0	3
	2ª		3	4
151 a 280	1ª	20	1	4
	2ª		4	5
281 a 500	1ª	32	1	5
	2ª		6	7

Legenda:

Seq. - Sequência da amostra;

Tam. - Tamanho da amostra;

Ac - Número de aceitação;

Re - Número de rejeição.

TABELA 3 - Relação de ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaios
9.3.1	Inspeção visual	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 resistência de isolamento à temperatura ambiente	T / RE / E
9.3.6	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação	T / E
9.3.7	Ensaio de tensão elétrica de longa duração	T / E
9.3.8	Verificação dos requisitos físicos dos materiais da isolação	T / E
9.3.9	Ensaio de determinação do coeficiente por graus celsius para correção da resistência de isolamento	T / E
9.3.10	Ensaio de centelhamento	RE / E
9.3.11	Ensaio de resistência à abrasão da cobertura	RE / E
9.3.12	Ensaio de determinação da composição química das ligas de alumínio	RE / E
9.3.13	Determinação do percentual de cobertura do condutor concêntrico	E

Legenda:

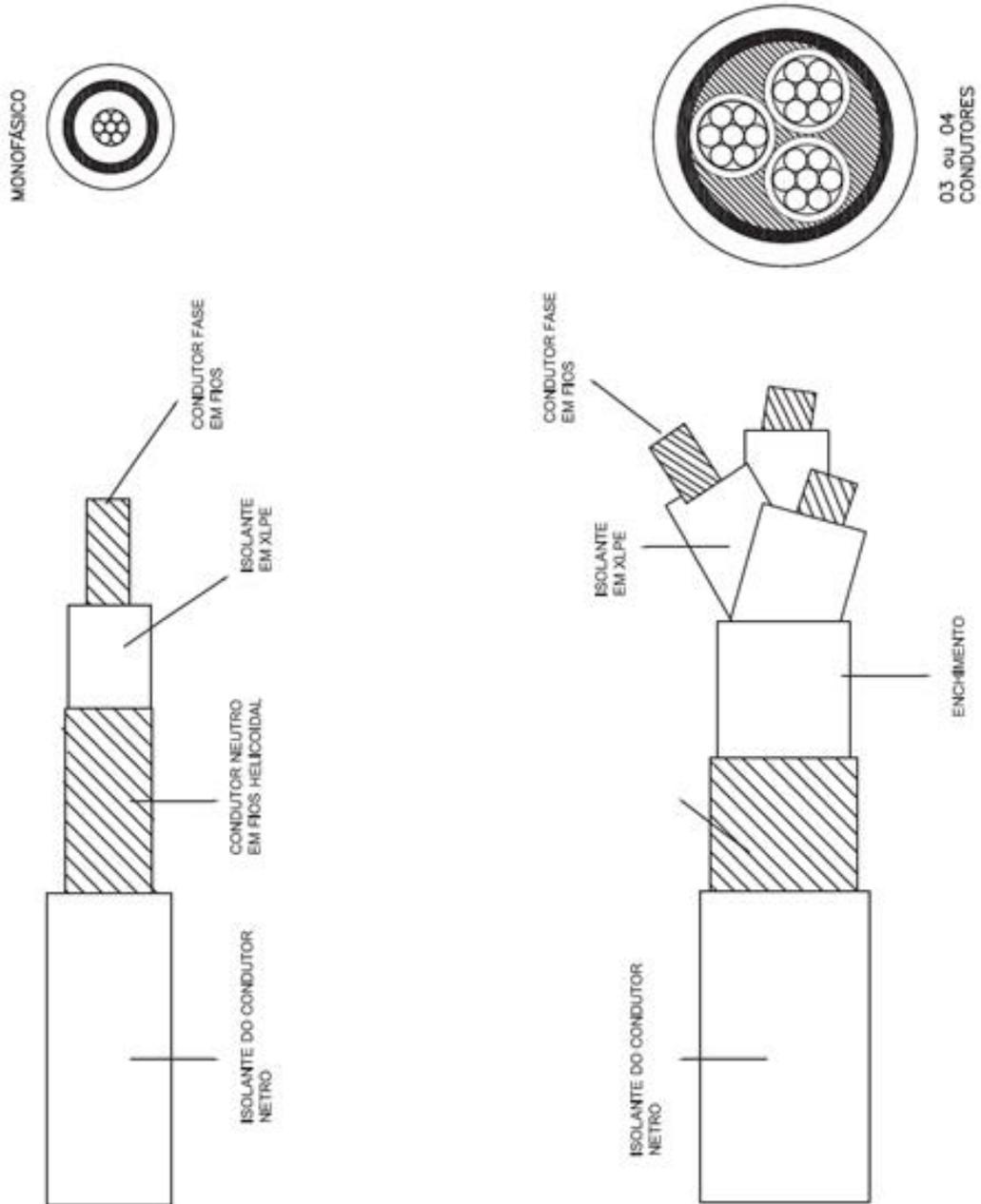
T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 DESENHOS

DESENHO 1 - Formação dos cabos concêntricos



17 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CABO CONCENTRICO 0,6/1,0 kV

Nome do fabricante:

Número da licitação:

Número 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 fase:	
3.2	b) Elemento de sustentação:	
3.3	c) Cobertura:	
4	Dimensões:	
4.1	a) Condutor fase:	
4.1.1	• Seção nominal:	mm ²
4.1.2	• Número de fios formadores:	
4.1.3	• Classe de encordoamento:	mm
4.1.4	• Diâmetro do condutor:	mm
4.1.5	• Diâmetro do cabo sobre a isolação	mm
4.1.6	• Espessura da isolação:	mm
4.2	b) Condutor concêntrico (neutro)	
4.2.1	• Seção nominal:	mm ²
4.2.2	• Número de fios formadores:	
4.2.4	• Diâmetro do condutor:	mm
4.2.5	• Espessura da isolação:	mm

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

Item	Descrição	Característica / Unidade
5	Características elétricas:	
5.1	a) Tensão nominal:	kV
5.2	b) Resistência de isolamento:	MΩ
5.3	c) Resistência elétrica em CC a 20 °C:	Ω/km
5.4	d) 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) 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	a) Acondicionamento:	
9.1	b) Número de lances no carretel:	
9.2	c) Comprimento de cada lance no carretel:	m
9.3	d) 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.

