

*Cabos de potência com isolamento
extrudada em PVC para redes
subterrâneas até 1,0 kV*

ESA | DENG | NRM-1446 | 2025

Especificação Técnica Unificada

ETU - 276.1

Versão 0.0 - Outubro / 2025



Apresentação

Nesta Especificação Técnica são apresentadas as diretrizes necessárias para padronizar as características e requisitos mínimos mecânicos e elétricos exigidos para o fornecimento de cabo de potência (CBP), unipolar (UNP), em liga de alumínio ou liga de cobre, com isolamento extrudada de cloreto de polivinila (PVC), com cobertura de composto termoplástico (ST1), aplicáveis aos ramais de ligação de fornecimento de energia, das linhas e redes de distribuição subterrânea (RDS) e subestações de distribuição (SED), 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 dos materiais de referência, definidos nas Normas Brasileiras (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) ou em outras normas internacionais reconhecidas, acrescidos de modificações baseadas nos resultados de desempenho desses materiais nas empresas do grupo Energisa.

Cópias ou impressões, parciais ou totais, deste documento não são controladas.

A presente revisão desta Especificação Técnica é a versão 0.0, datada de outubro de 2025.

Cataguases - MG., Outubro de 2025.

GTD - Gerência Técnica de Distribuição

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





Equipe técnica de elaboração da ETU-276.1

Ricardo Campos Rios

Grupo Energisa

Ricardo Machado de Moraes

Grupo Energisa

Gilberto Teixeira Carrera

Grupo Energisa

Tercius Cassius Melo de Moraes

Grupo Energisa



Aprovação técnica

Ademálio de Assis Cordeiro

Grupo Energisa

Fernando Espíndula Corradi

Energisa Rondônia (ERO)

Alberto Alves Cunha

Energisa Tocantins (ETO)

Guilherme Damiance Souza

Energisa Sul-Sudeste (ESS)

Antônio Maurício de Matos Gonçalves

Energisa Acre (EAC)

Ricardo Langone Marques

Dir. Suprimentos Logística

Erika Ferrari Cunha

Energisa Sergipe (ESE)

Rodolfo Acialdi Pinheiro

Energisa Minas-Rio (EMR)

Fabio Lancelotti

Energisa Paraíba (EPB)

Rodrigo Brandão Fraiha

Energisa Mato Grosso do Sul (EMS)

Fabício Sampaio Medeiros

Energisa Mato Grosso (EMT)

Sumário

1	OBJETIVO	8
2	CAMPO DE APLICAÇÃO	8
3	OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	8
4	REFERÊNCIAS NORMATIVAS	8
4.1	LEGISLAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO FEDERAL	9
4.2	NORMA TÉCNICA BRASILEIRA	11
4.3	NORMA TÉCNICA INTERNACIONAL	12
5	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	15
5.1	CABO	16
5.1.1	Cabo com isolamento extrudada	16
5.1.2	Cabo de potência	16
5.1.3	Cabo isolado	16
5.1.4	Cabo unipolar	16
5.2	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE	16
5.3	CARRETEL.....	16
5.4	COMPOSTO DE COBERTURA ST1	17
5.5	COMPOSTO DE ISOLAÇÃO PVC.....	17
5.6	COMPRIMENTO EFETIVO	17
5.7	COMPRIMENTO NOMINAL.....	17
5.8	ENCORDOAMENTO	17
5.9	LANCE	17
5.10	MATERIAL	17
5.10.1	Capa.....	17
5.10.2	Cobertura	18
5.10.3	Condutor	18
5.10.4	Isolação.....	18
5.10.5	Separador	18
5.11	PASSO DO ENCORDOAMENTO.....	18
5.12	REDES E LINHAS DE DISTRIBUIÇÃO.....	18
5.13	SEÇÃO NOMINAL DE UM CABO	18
5.14	SENTIDO DO ENCORDOAMENTO	19
5.15	TENSÃO DE ISOLAMENTO DO CABO (U ou U_0/U).....	19
5.16	TEMPERATURA MÁXIMA NO CONDUTOR EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO	19
5.17	TEMPERATURA EM REGIME DE SOBRECARGA	19
5.18	TEMPERATURA MÁXIMA NO CONDUTOR EM REGIME PERMANENTE	19
5.19	UNIDADE DE EXPEDIÇÃO	19
5.20	ENSAIOS DE PROJETO.....	19
5.21	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	20
5.22	ENSAIOS DE TIPO	20
5.23	ENSAIOS ESPECIAIS	20

6	HOMOLOGAÇÃO DE FORNECEDORES	20
7	CONDIÇÕES GERAIS	21
7.1	CONDIÇÕES DE SERVIÇO	21
7.2	LINGUAGENS E UNIDADES DE MEDIDA	22
7.3	COMPRIMENTO DOS LANCES	22
7.4	ACONDICIONAMENTO	23
7.5	MEIO AMBIENTE	24
7.6	EXPECTATIVA DE VIDA ÚTIL	25
7.7	GARANTIA	26
7.8	INCORPORAÇÃO AO PATRIMÔNIO DA ENERGISA	26
7.9	AValiação TÉCNICA DO MATERIAL (AVT)	27
8	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	28
8.1	MATERIAIS	28
8.1.1	Condutor metálico	28
8.1.2	Separador	29
8.1.3	Isolação	29
8.1.4	Cobertura e capa de separação	29
8.2	CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS	29
8.3	ACABAMENTO	30
8.3.1	Condutor metálico	30
8.3.2	Isolação	30
8.3.3	Cobertura	30
8.4	MARCAÇÃO DO CONDUTOR	30
9	INSPEÇÃO E ENSAIOS	31
9.1	GENERALIDADES	31
9.2	RELAÇÃO DE ENSAIOS	35
9.2.1	Ensaio de projeto (P)	35
9.2.2	Ensaio de tipo (T)	35
9.2.3	Ensaio de recebimento (RE)	36
9.2.4	Ensaio especiais (E)	36
9.3	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS	37
9.3.1	Inspeção visual	37
9.3.2	Verificação dimensional	37
9.3.2.1	Diâmetro do condutor encordado	37
9.3.2.2	Espessura da isolação	38
9.3.2.3	Diâmetro externo do cabo completo	38
9.3.3	Ensaio de identificação da matéria prima	38
9.3.4	Ensaio no composto de isolação	39
9.3.4.1	Ensaio mecânicos do composto - antes dos ensaios de envelhecimento	39
9.3.4.2	Ensaio mecânicos do composto - após envelhecimento em estufa a ar	39
9.3.4.3	Ensaio de pressão a altas temperaturas	39
9.3.4.4	Ensaio de choque térmico	40
9.3.4.5	Ensaio de absorção de água	40

9.3.5	Ensaio no composto de cobertura	40
9.3.5.1	Ensaio mecânico do composto - antes dos ensaios de envelhecimento	40
9.3.5.2	Ensaio mecânico do composto - após envelhecimento em estufa a ar	41
9.3.5.3	Ensaio de teor de negro de fumo	41
9.3.5.4	Ensaio de pressão a altas temperaturas.....	41
9.3.6	Ensaio de resistência elétrica	41
9.3.7	Ensaio de tensão elétrica	42
9.3.8	Ensaio de tensão elétrica de longa duração.....	42
9.3.9	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente	42
9.3.10	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação	42
9.3.11	Ensaio de envelhecimento em cabo completo	42
9.3.12	Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento 43	
9.3.13	Ensaio de resistência à chama	43
9.3.14	Ensaio de queima vertical	43
9.3.15	Ensaio de centelhamento	44
9.4	RELATÓRIOS DE ENSAIOS	44
10	PLANOS DE AMOSTRAGEM	45
10.1	ENSAIOS DE PROJETO, TIPO E ESPECIAIS	45
10.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	45
11	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO.....	46
11.1	ENSAIOS DE PROJETO, TIPO E ESPECIAIS	46
11.2	ENSAIOS DE RECEBIMENTO	46
12	NOTAS COMPLEMENTARES	46
13	HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO	47
14	VIGÊNCIA	47
15	TABELAS	48
TABELA 1 - Característica técnica do cabo de potência alumínio com isolação extrudada em PVC/A até 1,0 kV		48
TABELA 2 - Característica técnica do cabo de potência cobre com isolação extrudada em PVC/A até 1,0 kV		50
TABELA 3 - Planos de amostragem e critério de aceitação para ensaios de recebimento ...		52
TABELA 4 - Relação dos ensaios		53
16	ANEXOS	54
ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas.....		54
ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções		57

1 OBJETIVO

Esta Especificação Técnica estabelece os requisitos técnicos mínimos, tanto mecânicos quanto elétricos, exigidos para a fabricação, ensaios e recebimento de Cabo de Potência (CBP), unipolar (UNP), em liga de alumínio ou liga de cobre, com isolamento extrudada de cloreto de polivinila (PVC), com cobertura de composto termoplástico (ST1), a serem usados no sistema de distribuição de energia da Energisa.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplicam se às montagens dos ramais de ligação de fornecimento de energia, das linhas e redes de distribuição subterrânea (RDS) e subestações de distribuição (SED), 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. Os materiais contemplados nesta Especificação Técnica têm seu uso proibido em linhas de distribuição em alta e média tensão (LDAT/LDMT). Assim como em travessias submersos em espelhos d'águas como: córregos, rios, lagos, lagoas etc.

3 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

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

4 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

Esta Especificação Técnica foi baseada no (s) seguinte (s) documento (s):

- ABNT NBR 6251, Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos
- ABNT NBR 7288, Cabos de potência com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) ou polietileno (PE) para tensões de 1 kV a 6 kV - Especificação
- IEC 60502-1, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)

Como forma de atender aos processos de fabricação, inspeção e ensaios, os cabos de potência devem satisfazer às exigências desta Especificação Técnica, bem como de todas as Normas Técnicas mencionadas abaixo.

4.1 Legislação e regulamentação federal

- Constituição da República Federativa do Brasil - Título VIII: Da Ordem Social - Capítulo VI: Do Meio Ambiente
- Lei Federal N.º 7.347, de 24/07/1985, Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências
- Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
- Lei Federal N.º 10.295, de 17/10/2001, Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências
- Lei Federal N.º 12.305, de 02/08/2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei Federal N.º 9.605, de 12/02/1998; e dá outras providências

- Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, Regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 73.080, de 05/11/1973, Altera o artigo 47, do Decreto Federal N.º 41.019, de 26/02/1957, que regulamenta os serviços de energia elétrica
- Decreto Federal N.º 6.514, de 22/07/2008, Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências
- 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
- Norma Regulamentadora N.º 33 (NR-33), Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados

4.2 Norma técnica brasileira

- ABNT IEC TS 60815-1, Seleção e dimensionamento de isoladores para alta-tensão para uso sob condições de poluição - Parte 1: Definições, informações e princípios gerais
- ABNT NBR 5456, Eletricidade geral - Terminologia
- ABNT NBR 5460, Sistemas elétricos de potência
- ABNT NBR 5471, Condutores elétricos
- ABNT NBR 6243, Choque térmico para fios e cabos elétricos
- 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 7309, Armazenamento, transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para fios, cabos ou cordoalhas de aço
- ABNT NBR 9511, Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento
- ABNT NBR 11137, Carretel de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas
- ABNT NBR 17173-1, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas

- 
- ABNT NBR 17173-2, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 2: Métodos para aplicação geral - Métodos de envelhecimento térmico
 - ABNT NBR 17173-3, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 3: Métodos para aplicação geral - Métodos para a determinação da densidade de massa - Ensaio de absorção de água - Ensaio de retração
 - ABNT NBR 17173-6, Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 6: Métodos para aplicação geral - Ensaio de pressão a altas temperaturas - Ensaio de resistência à fissuração
 - 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 60332-1, Métodos de ensaios em cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 1: Ensaio em um único condutor ou cabo isolado na posição vertical
 - ABNT NBR NM IEC 60332-3-23, Métodos de ensaios para cabos elétricos sob condições de fogo - Parte 3-23: Ensaio de propagação vertical da chama em condutores ou cabos em feixes montados verticalmente - Categoria B

4.3 Norma técnica internacional

- ASTM D573, Standard test method for rubber - Deterioration in an air oven
- ASTM D638, Standard test method for tensile properties of plastics
- ASTM D6370, Standard test method for rubber - Compositional analysis by thermogravimetry (TGA)
- ASTM E1252, Standard practice for general techniques for obtaining infrared spectra for qualitative analysis

- 
- IEC 60228, Conductors of insulated cables
 - IEC 60332-1-1, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Apparatus
 - IEC 60332-3-23, Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions
- Part 3-23: Test for vertical flame spread of vertically-mounted bunched wires or cables - Category B
 - 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 60811-508, Electric and optical fibre cables - Test methods for non-metallic materials - Part 508: Mechanical tests - Pressure test at high temperature for insulation and sheaths
 - 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
 - IEEE 957, IEEE Guide for cleaning insulators
 - ISO 247-2, Rubber - Determination of ash - Part 2: Thermogravimetric analysis (TGA)
 - ISO 4650, Rubber - Identification - Infrared spectrometric methods
 - ISO 11358-1, Plastics - Thermogravimetry (TG) of polymers - Part 1: General principles

NOTAS:

- II. Todas as normas nacionais e internacionais (ABNT, IEEE, IEC, ANSI, ASTM etc.) mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da Energisa no local da inspeção;
- III. Todos os materiais que não são especificamente mencionados nesta Especificação Técnica, mas que são usuais ou necessários para a operação eficiente do equipamento, considerar-se-ão como aqui incluídos e devem ser fornecidos pelo fabricante sem ônus adicional;

IV. A utilização de normas de quaisquer outras organizações credenciadas será permitida, desde que elas assegurem uma qualidade igual, ou melhor, que as anteriormente mencionadas e não contradigam a presente Especificação Técnica;

V. As siglas acima referem-se a:

- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- MS - Ministro da Saúde
- MTE - Ministro de Estado do Trabalho e Emprego
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- NBR - Norma Brasileira
- ANSI - American National Standards Institute
- ASTM - American Society for Testing and Materials
- IACS - International Annealed Copper Standard
- IEC - International Electrotechnical Commission
- IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers
- ISO - International Organization for Standardization

5 TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES



A terminologia adotada nesta Especificação Técnica corresponde a das normas ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5460 e ABNT NBR 5471, complementada pelos seguintes termos:

5.1 Cabo

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

5.1.1 Cabo com isolação extrudada

Cabo cuja isolação consiste geralmente de uma camada de um material termoplástico ou termofixo, aplicada por processo de extrusão.

5.1.2 Cabo de potência

Cabo unipolar utilizado para transporte de energia elétrica em instalações de geração, transmissão, distribuição ou utilização de energia elétrica.

5.1.3 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.

5.1.4 Cabo unipolar

Cabo constituído por um único condutor isolado e dotado no mínimo de cobertura.

5.2 Capacidade de condução de corrente

Corrente máxima que pode ser conduzida continuamente por um condutor ou conjunto de condutores, em condições especificadas, sem que a sua temperatura em regime permanente ultrapasse um valor especificado.

5.3 Carretel



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

5.4 Composto de cobertura ST1

Composto à base de policloreto de vinila ou copolímero de cloreto de vinila, para temperatura no condutor menor ou igual a 80 °C.

5.5 Composto de isolamento PVC

Composto à base de policloreto de vinila ou copolímero de cloreto de vinila e acetato de vinila, para temperatura no condutor.

5.6 Comprimento efetivo

Comprimento efetivamente medido em uma unidade de expedição, por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

5.7 Comprimento nominal

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

5.8 Encordoamento

Disposição helicoidal de fios ou de grupos de fios ou de outros componentes de um cabo.

5.9 Lance

Unidade de expedição de comprimento contínuo.

5.10 Material

5.10.1 Capa



Invólucro interno metálico ou não, aplicado sobre uma veia ou sobre um conjunto de veias de um cabo.

5.10.2 Cobertura

Invólucro externo não metálico e contínuo, sem função de isolação.

5.10.3 Condutor

Produto metálico, de seção transversal invariável e de comprimento muito maior do que a maior dimensão transversal, utilizado para transportar energia elétrica ou transmitir sinais elétricos.

5.10.4 Isolação

Invólucro externo não metálico e contínuo, sem função de isolação.

5.10.5 Separador

Invólucro não metálico, sem função de isolação, colocado entre componentes de um cabo para impedir contato direto entre eles.

5.11 Passo do encordoamento

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

5.12 Redes e linhas de distribuição

Conjunto de estruturas, utilidades, condutores e equipamentos elétricos, aéreos ou subterrâneos, utilizados para a distribuição da energia elétrica, operando em baixa, média ou alta tensão de distribuição.

5.13 Seção nominal de um cabo

Soma das áreas transversais dos fios componentes.

5.14 Sentido do encordoamento

Sentido (horário ou anti-horário) segundo o qual os fios ou grupos de fios, ou outros componentes de um cabo, ao passarem por sua parte superior, se afastam do observador que olha na direção do eixo do cabo.

5.15 Tensão de isolamento do cabo (U ou U_0/U)

Valor de U ou dos valores U_0/U pelos quais os cabos são designados.

Onde,

U_0 é o valor eficaz da tensão entre condutor e terra ou blindagem da isolação ou qualquer proteção metálica sobre esta;

U é o valor eficaz da tensão entre os condutores.

5.16 Temperatura máxima no condutor em regime de curto-circuito

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de curto-circuito.

5.17 Temperatura em regime de sobrecarga

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em regime de sobrecarga.

5.18 Temperatura máxima no condutor em regime permanente

Máxima temperatura admissível, em qualquer ponto do condutor, em condições estáveis de funcionamento.

5.19 Unidade de expedição

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

5.20 Ensaio de projeto



Os ensaios de projeto têm como objetivo verificar as principais características dos polímeros utilizados no projeto do material.

Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.21 Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento têm como objetivo verificar as características de um material que podem variar com o processo de fabricação e com a qualidade do material componente.

Esses ensaios devem ser realizados em uma amostragem de materiais escolhidos aleatoriamente de um lote que tenha sido previamente submetido aos ensaios de rotina.

5.22 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo têm como objetivo verificar as principais características de um material que dependem do seu projeto.

Esses ensaios devem ser realizados apenas uma vez para cada projeto e repetidos quando houver alteração no material, no projeto ou no processo de fabricação, ou quando solicitado pelo comprador.

5.23 Ensaios especiais

Os ensaios especiais têm como objetivo avaliar materiais com suspeita de defeitos e são realizados quando há abertura de não-conformidade. Eles são 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 obrigatório para todos os fornecedores do Grupo Energisa. A manutenção deste cadastro atualizado é uma obrigação do fornecedor.

A homologação técnica é realizada de acordo com os níveis de complexidade das classes de materiais envolvidas, como pode ser observado em nosso Manual da Qualidade de Fornecedores, disponível no link abaixo:

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

7 CONDIÇÕES GERAIS

7.1 Condições de serviço

Os cabos de potência 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 ambiente em interior de câmaras ou em ar livre, conforme IEC 60721-2-1:
 - Máxima do ar ambiente: 65 °C;
 - Média, em um período de 24 horas: 40 °C;
 - Mínima do ar ambiente: -5 °C;
- c) Umidade relativa do ar até 100 %, conforme IEC 60721-2-1;
- d) Classe de severidade de poluição local (SPS): leve e médio, conforme ABNT IEC TS 60815-1 ou IEC TS 60815-1;
- e) Diretamente enterrados ou submersos, intermitente ou continuamente, com até 3.000 milímetros (mm);
- f) Suportar operação para estabelecer a conexão ou desconexão de um circuito, com carga e/ou com tensão;

- 
- g) Condições em regime permanente: temperatura no condutor, em regime permanente, não pode ultrapassar à 70 °C;
 - h) Condições em regime de sobrecarga: temperatura no condutor, em regime de sobrecarga, não pode ultrapassar à 100 °C;
 - i) Condições em regime de curto-circuito: temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não pode ultrapassar à 160 °C.

NOTAS:

- VI. A duração em regime de sobrecarga não pode superar 100 (cem) horas, durante 12 (doze) meses consecutivos, nem 500 (quinhentas) horas, durante a vida do cabo.
- VII. A duração em regime de curto-circuito não pode ser superior a 5,0 (cinco) segundos.

7.2 Linguagens e unidades de medida

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

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

NOTA:

- VIII. 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 potência deveram ser acondicionados em carretéis, conforme ABNT NBR 11137, devendo ser respeitados os limites de curvatura previstos na ABNT NBR 9511, confeccionados em madeira, não retornáveis, com comprimento máximo de 1.000 (um mil) metros e massas-brutas não superiores a 2.000 (dois mil) quilogramas, obedecendo às seguintes condições:

- a) Devem ser adequadamente embaladas de modo a garantir o transporte (ferroviário, rodoviário, hidroviário, marítimo ou aéreo) seguro até o local de armazenamento ou instalação, em qualquer condição que possa ser encontrada (intempéries, umidade, choques etc.), bem como ao manuseio;
- b) Devem 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; apropriadas para armazenamento ao tempo e operações de carga e descarga e ao manuseio, conforme a ABNT NBR 7309;
- c) 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;
- d) O material em contato com os cabos não deve:

- Adicionar aderência;
 - Causar contaminação;
 - Provocar corrosão durante o armazenamento;
 - Retenção de umidade.
- e) Além disso, devem ser observadas as demais indicações no protocolo logístico do material, disponível no site da Energisa, através do seguinte link:

<https://www.energisa.com.br/normas-tecnicas>

NOTAS:

- IX. A madeira utilizada para a confecção dos carretéis não deve conter substâncias ou produtos passíveis de agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento desses carretéis.
- X. A embalagem deve ser elaborada com material reciclável. Não serão aceitas embalagens elaboradas com poliestireno expandido, popularmente conhecido como “isopor”.

7.5 Meio ambiente

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

Não é permitido o uso de amianto ou asbesto, bifenilas policloradas (PCB), poluentes orgânicos persistentes (POPs) conforme o Decreto Legislativo Nº 204 de 2004, e benzeno conforme a Portaria Interministerial MTE/MS nº 775 de 28/04/2004, na fabricação de quaisquer materiais ou equipamentos a serem adquiridos pela Energisa. As substâncias consideradas perigosas não podem ser utilizadas em concentrações acima do recomendado, de acordo com a diretiva 2011/65/EU para RoHS (Restrição de Substâncias Perigosas) e WEEE (Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos).

Os processos produtivos que geram efluentes líquidos industriais ou emissões atmosféricas e radioativas devem estar em conformidade com os padrões normativos previstos na legislação ambiental aplicável.

Para orientação das 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.

7.6 Expectativa de vida útil



Os cabos de potência 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 fornecido.

NOTA:

- XI. 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 estar de acordo com o estipulado na Ordem de Compra de Materiais (OCM), contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

Se os materiais apresentarem qualquer tipo de defeito de fabricação, um novo período de garantia deve ser estabelecido para todo o lote em questão. Durante esse período, as despesas com mão de obra relacionadas à retirada e instalação de equipamentos comprovadamente defeituosos de fabricação, bem como o transporte desses entre o almoxarifado da concessionária e o fornecedor, serão de responsabilidade do último.

7.8 Incorporação ao patrimônio da Energisa

Somente serão aceitos cabos de potência em obras particulares para incorporação ao patrimônio da Energisa que atendam as seguintes condições:

- a) Devem ser provenientes de fabricantes cadastrados e homologados pela Energisa;
- b) Devem ser novos, com um período máximo de 24 (vinte e quatro) meses a partir da data de fabricação. Não serão aceitos, em hipótese alguma, materiais usados e/ou recuperados;

- 
- c) Deve ser fornecida a (s) nota (s) fiscal (is), bem como os relatórios de ensaios de fábrica, comprovando sua aprovação nos ensaios de rotina e/ou recebimento conforme previsto nesta Especificação Técnica.

NOTAS:

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

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

7.9 Avaliação técnica do material (AVT)

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) Catálogos e outras informações pertinentes;
- b) Desenho técnicos detalhado;
- c) Quadro de dados técnicos e características garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo 1.

Quando os cabos de potência 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.

NOTAS:

- XIV. Durante a consulta para aprovação dos desvios, estes devem ser claramente identificados e tratados como tal, tanto no texto quanto nos desenhos;

XV. As empresas Distribuidoras do Grupo Energisa não se responsabilizam pela fabricação dos equipamentos que não estejam em conformidade com a presente especificação técnica.

8 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Os cabos de potência são divididos conforme Figura 1.



Figura 1 - Cabos de potência com isolamento extrudado em PVC para tensões até 1,0 kV

Legenda:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| ① Condutor em cobre ou alumínio | ② Isolação em composto PVC/A |
| ③ Cobertura em composto PVC ST1 | |

Os cabos de potência devem suportar lavagens sob pressão em linhas de distribuição energizadas, conforme IEEE 957.

8.1 Materiais

8.1.1 Condutor metálico

Os fios componentes dos condutores do cabo de potência devem ser de seção circular compactado e classe de encordoamento 2, 5 ou 6, conforme ABNT NBR NM 280 ou IEC 60228, confeccionados em:

- Cobre mole sem revestimento metálico, ou
- Alumínio sem revestimento metálico.



O cabo de potência deve contar com bloqueado longitudinalmente entre os fios componentes do cabo, com material compatível, quimicamente e termicamente, com os componentes do cabo.

8.1.2 Separador

A critério do fabricante, sobre o condutor pode ser aplicado um separador, a fim de facilitar a remoção da isolamento e evitar a aderência. Este separador deve estar em conformidade com a ABNT NBR 6251 e IEC 60502-1.

8.1.3 Isolação

Os cabos de potência devem possuir isolamento constituída por composto extrudado à base cloreto de polivinila ou copolímero de cloreto de vinila e acetato de vinila (PVC/A).

8.1.4 Cobertura e capa de separação

Os cabos de potência devem ter uma cobertura não metálica, constituído por composto termoplástico tipo ST1, conforme a ABNT NBR 6251 e IEC 60502-1. A qualidade do material da cobertura deve ser compatível com a temperatura de operação do condutor.

As espessuras nominais da cobertura e da capa de separação deverão seguir as indicações da ABNT NBR 6251 e IEC 60502-1.

O limite de temperatura dos cabos em regime permanente em função do material da cobertura. Devendo ser respeitados os limites estabelecidos no item 7.1 para os cabos abrangidos por esta Especificação Técnica.

8.2 Características dimensionais

Os cabos de potência devem possuir formato e dimensões conforme:

- Cabo de potência de alumínio com isolamento PVC/A: Tabela 1;
- Cabo de potência de cobre com isolamento PVC/A: Tabela 2;



A seção transversal efetiva não deve apresentar variação superior a $\pm 2,0 \%$ em relação à seção nominal. O fabricante deve fornecer em sua proposta a massa total real dos cabos com erro máximo de $2,0 \%$.

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

8.3 Acabamento

8.3.1 Condutor metálico

O condutor pronto não deve apresentar falhas de encordoamento ou possuir revestimento metálico. A superfície do cabo não pode apresentar fissuras, escamas, rebarbas, aspereza, estrias ou inclusões.

8.3.2 Isolação

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

A isolação do condutor deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento.

8.3.3 Cobertura

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

A isolação do condutor deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento.

8.4 Marcação do condutor



A superfície externa dos cabos de potência deve conter marcações legíveis e indelévels, em alto relevo ou baixo relevo ou à tinta, em intervalos regulares de 500 mm e conter:

- a) Marca de origem (nome, marca ou logotipo do fabricante);
- b) Número da norma aplicável ao cabo;
- c) Seção nominal do condutor, em milímetros quadrados (mm²);
- d) Tensão de isolamento U_0/U , em quilovolts (kV);
- e) Material do condutor e da isolação, pelas siglas estabelecidas conforme a ABNT NBR 6251 e IEC 60502-1.
- f) Ano de fabricação (AAAA);

NOTA:

XVI. As marcações devem estar de acordo com as regulamentações do INMETRO.

9 INSPEÇÃO E ENSAIOS

9.1 Generalidades

- a) Os materiais devem ser submetidos à inspeção e ensaios em fábrica, conforme a esta Especificação Técnica e com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela Energisa. O fornecedor deve comunicar à Energisa as datas em que os lotes estarão prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios, com antecedência mínima de:
 - 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 momento que



julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde os materiais estiverem sendo fabricados, fornecendo as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor pode exigir certificados de procedência de matérias-primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.

- c) O fornecedor deve apresentar seu Plano de Inspeção e Testes (PIT) para aprovação da Energisa. O PIT deve indicar os requisitos de controle de qualidade para matérias-primas, componentes e acessórios de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos equipamentos, além de uma descrição sucinta dos ensaios (constantes, métodos e instrumentos empregados e os valores esperados).
- d) O fornecedor deve 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 aos especificados, podem ser aceitos se realizados em laboratórios oficialmente reconhecidos, com validade máxima de 5 (cinco) anos, e se a Energisa considerar que tais dados comprovam que os materiais propostos atendem ao especificado. Os dados de ensaios devem ser completos, com todas as informações necessárias, indicando claramente as datas de execução. 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 só será válida por escrito.
- f) O fabricante deve dispor de pessoal e equipamentos necessários à execução dos ensaios. Em caso de contratação, a aprovação prévia pela Energisa é necessária.
- g) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Energisa o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e equipamentos, 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. Na ocasião da inspeção, devem estar dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve disponibilizar para o inspetor da Energisa 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 conforme a os requisitos desta Especificação Técnica;
 - Não invalida qualquer reclamação posterior da Energisa sobre a qualidade do material e/ou da fabricação. Em tais casos, os materiais podem ser inspecionados e submetidos a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de 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 assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela Energisa. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, conforme descrito no item 9.4.

- 
- l) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Energisa.
- m) Nenhuma modificação nos materiais deve ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Energisa. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Energisa, sem qualquer custo adicional.
- n) Para efeito de inspeção, os materiais devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Energisa.
- o) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- p) A Energisa reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em equipamentos já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Energisa se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção; caso contrário, correrão por conta do fabricante.
- q) A Energisa poderá, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os materiais estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- r) Os custos da visita do inspetor da Energisa, tais como locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos, correrão por conta do fabricante se:
- Na data indicada na solicitação de inspeção, os materiais não estiverem prontos;
 - O laboratório de ensaio não atender às exigências citadas nas alíneas f) a h);
 - O material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;

- O material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

NOTA:

XVII. Os fabricantes estrangeiros devem providenciar intérpretes da língua portuguesa do Brasil para se comunicarem com os representantes da Energisa durante as inspeções, em qualquer época e no local designado.

9.2 Relação de ensaios

Todos os ensaios relacionados estão constando na Tabela 4.

9.2.1 Ensaios de projeto (P)

Os ensaios de projeto (P) são constituídos dos ensaios relacionados abaixo:

- a) Ensaio de identificação da matéria prima, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio no composto de isolamento, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio no composto de cobertura, conforme item 9.3.5.

9.2.2 Ensaios de tipo (T)

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

- a) Ensaio de resistência elétrica, conforme item 9.3.6;
- b) Ensaio de tensão elétrica, conforme item 9.3.7;
- c) Ensaio de tensão elétrica de longa duração, conforme item 9.3.8;
- d) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.9;
- e) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação, conforme item 9.3.10;
- f) Ensaio de envelhecimento em cabo completo, conforme item 9.3.11;

- 
- g) Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.12;
 - h) Ensaio de resistência à chama, conforme item 9.3.13;
 - i) Ensaio de queima vertical, conforme item 9.3.14;
 - j) Ensaio de centelhamento, conforme item 9.3.15.

9.2.3 Ensaios de recebimento (RE)

São 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 identificação da matéria prima, conforme item 9.3.3;
- d) Ensaio de resistência elétrica, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de tensão elétrica, conforme item 9.3.7;
- f) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.9.

9.2.4 Ensaios especiais (E)

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

- a) Ensaio de identificação da matéria prima, conforme item 9.3.3;
- b) Ensaio no composto de isolação, conforme item 9.3.4;
- c) Ensaio no composto de cobertura, conforme item 9.3.5;
- d) Ensaio de resistência elétrica, conforme item 9.3.6;
- e) Ensaio de tensão elétrica, conforme item 9.3.7;

- 
- f) Ensaio de tensão elétrica de longa duração, conforme item 9.3.8;
 - g) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 9.3.9;
 - h) Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação, conforme item 9.3.10;
 - i) Ensaio de envelhecimento em cabo completo, conforme item 9.3.11;
 - j) Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento, conforme item 9.3.12;
 - k) Ensaio de resistência à chama, conforme item 9.3.13;
 - l) Ensaio de queima vertical, conforme item 9.3.14;
 - m) Ensaio de centelhamento, conforme item 9.3.15.

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, conforme item 7.4;
- c) Comprimento do lance 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 dos desses requisitos acima.

9.3.2 Verificação dimensional

9.3.2.1 Diâmetro do condutor encordado



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-203 ou ASTM D638.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos do condutor encordado superiores à $\pm 2,0$ % dos valores nominais.

9.3.2.2 Espessura da isolação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-201 ou ASTM D638.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da espessura da isolação inferiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

9.3.2.3 Diâmetro externo do cabo completo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-201 ou ASTM D638.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos da espessura da isolação inferiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

9.3.3 Ensaio de identificação da matéria prima

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da:

- Termogravimétrica de polímeros (TGD), conforme ISO 11358-1; ou
- Ensaio de termogravimétrica (TGA), conforme ASTM D6370 ou ISO 247-2;
- Espectrometria por infravermelho (IR), conforme ASTM E1252 ou ISO 4650.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de não-atendimentos aos requisitos informados pelo fabricante.

NOTA:

- XVIII. Para o ensaio de recebimento, será aceito relatório de ensaio emitidos pelo (s) subfornecedor (es), com prazo máximo de 12 (doze) meses, desde que comprovada no documento a rastreabilidade do lote.

9.3.4 Ensaio no composto de isolação

9.3.4.1 Ensaio mecânicos do composto - antes dos ensaios de envelhecimento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-501 ou ASTM D638, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Resistência a tração: inferior à 12,5 MPa;
- Alongamento à ruptura: inferior à 150 %.

9.3.4.2 Ensaio mecânicos do composto - após envelhecimento em estufa a ar

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-2 ou IEC 60811-401 ou ASTM D573, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251 ou IEC 60502-1.

Após o ensaio de envelhecimento em estufa a ar, deve ser executado o ensaio mecânico do composto (item 9.3.4.1).

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Tensão de ruptura: variação superior à ± 25 %;
- Alongamento de ruptura: variação superior à ± 25 %.

9.3.4.3 Ensaio de pressão a altas temperaturas



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-6 ou IEC 60811-508, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos profundidade de penetração superiores à 50 %.

9.3.4.4 Ensaio de choque térmico

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6243 ou IEC 60811-508, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de rachaduras, quando examinada com visão normal ou corrigida, sem aumento.

9.3.4.5 Ensaio de absorção de água

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-3 ou IEC 60811-402, com período mínimo de 240 horas e temperatura de 70 °C ($\pm 2,0$ °C).

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de perfuração.

9.3.5 Ensaio no composto de cobertura

9.3.5.1 Ensaio mecânico do composto - antes dos ensaios de envelhecimento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-1 ou IEC 60811-501 ou ASTM D638, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de:

- Resistência a tração: inferior à 12,5 MPa;
- Alongamento à ruptura: inferior à 300 %.

9.3.5.2 Ensaio mecânico do composto - após envelhecimento em estufa a ar

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-2 ou IEC 60811-401 ou ASTM D573, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251 ou IEC 60502-1.

Após o ensaio de envelhecimento em estufa a ar, deve ser executado o ensaio mecânico do composto (item 9.3.6.1).

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de alongamento de ruptura inferiores à 300 %.

9.3.5.3 Ensaio de teor de negro de fumo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da IEC 60811-605, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de teor de negro de fumo inferiores à 2,0 %.

9.3.5.4 Ensaio de pressão a altas temperaturas

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM 17173-6 ou IEC 60811-508, e estar em conformidade com ABNT NBR 6251 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos profundidade de penetração superiores à 50 %.

9.3.6 Ensaio de resistência elétrica

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6814 ou IEC 60228.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica superiores aos estabelecidos nas Tabelas 1 e 2.

9.3.7 Ensaio de tensão elétrica

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6881 ou IEC 60228, e estar em conformidade com ABNT NBR 7288 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descargas disruptiva, trinca ou perfuração no condutor.

9.3.8 Ensaio de tensão elétrica de longa duração

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6881 ou IEC 60228, e estar em conformidade com ABNT NBR 7288 ou IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de descargas disruptiva, trinca ou perfuração no condutor.

9.3.9 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6813 e IEC 60502-1, e estar em conformidade com ABNT NBR 7288 e IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica inferiores aos estabelecidos pela fabricante.

9.3.10 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6813 e IEC 60502-1, e estar em conformidade com ABNT NBR 7288 e IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos de resistência elétrica inferiores aos estabelecidos pela fabricante.

9.3.11 Ensaio de envelhecimento em cabo completo

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 17173-2 ou IEC 60811-401, por período mínimo de 168 horas e temperatura de 80 °C ($\pm 2,0$ °C).



Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Composto de isolamento: conforme item 9.3.3.2;
- Composto de cobertura: conforme item 9.3.4.2;
- Condutor metálico: corrosão, quando submetido à inspeção visual, sem auxílio de qualquer equipamento óptico.

NOTA:

XIX. Em condutores de cobre, oxidação ou descoloração não devem ser levadas em consideração.

9.3.12 Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR 6813 e IEC 60502-1, e estar em conformidade com ABNT NBR 7288 e IEC 60502-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar valores medidos do fator de correção da resistência elétrica superiores aos estabelecidos pela fabricante.

9.3.13 Ensaio de resistência à chama

O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60332-1 ou IEC 60332-1-1.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de:

- Não auto extinção das chamas; ou
- Parte carbonizada atingir a região correspondente superior a 50 mm da extremidade inferior do grampo de fixação superior.

9.3.14 Ensaio de queima vertical



O ensaio deve ser executado conforme os procedimentos da ABNT NBR NM IEC 60332-3-23 ou IEC 60332-3-23.

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência não-atendimento da categoria B de queima.

9.3.15 Ensaio de centelhamento

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

Constitui falha, se a amostra apresentar ocorrência de fuga anormal de corrente entre o eletrodo e a terra.

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 projeto, tipo e especiais

O plano de amostragem para os ensaios de tipo, projeto e especiais, devem seguir as orientações da ABNT NBR 6251, ABNT NBR 7288 ou IEC 60502-1, e demais normas indicadas.

Na ausência de orientações específicas, o ensaio deve ser realizado 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.

A amostra deve ser constituída por 2 (dois) comprimentos iguais e suficientes de cabo, retirados das extremidades de unidades quaisquer de expedição, após ter sido eliminada, se necessário, qualquer porção do cabo que tenha sofrido danos.



Para ordens de compra de materiais (OCM) com vários itens de mesma construção e os mesmos materiais componentes, apenas com seções diferentes, os ensaios de recebimento podem ser realizados em um único item, preferencialmente o de maior comprimento.

Para ordens de compra de materiais (OCM) com comprimentos de cabos inferiores aos estabelecidos, o fabricante deve fornecer um certificado onde conste que o cabo cumpre os requisitos dos ensaios de recebimento desta Especificação Técnica.

11 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

11.1 Ensaios de projeto, tipo e especiais

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

No caso de ocorrência de uma falha em um dos ensaios, o fabricante pode apresentar uma nova amostra para ser ensaiada. Se esta amostra também apresentar algum resultado insatisfatório, o material não será aceito.

11.2 Ensaios de recebimento

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

- a) Se nenhuma unidade falhar no ensaio, o lote será aprovado;
- b) Se apenas 1 (uma) unidade falhar no ensaio, o fornecedor deverá apresentar um relatório indicando as causas da falha e as medidas tomadas para corrigi-las. Em seguida, o lote será submetido a um novo ensaio, com o mesmo número de amostras conforme especificado na Tabela 3.
- c) Se 2 (duas) ou mais unidades falharem no ensaio, o lote será recusado.

12 NOTAS COMPLEMENTARES

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

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

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

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

normas.tecnicas@energisa.com.br

13 HISTÓRICO DE VERSÕES DESTE DOCUMENTO

Data	Versão	Descrição das alterações realizadas
01/10/2025	0.0	Esta 1ª edição cancela e substitui a Especificação Técnica Unificada (ETU) 136.1, a qual foi tecnicamente revisada.

14 VIGÊNCIA

Esta Especificação Técnica entrará em vigor na data de 01/11/2025 e revogará todas as documentações anteriores do grupo Energisa.

15 TABELAS

TABELA 1 - Característica técnica do cabo de potência alumínio com isolamento extrudada em PVC/A até 1,0 kV

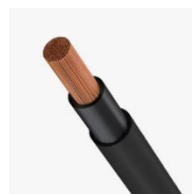


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Condutor / Isolação / Cobertura	Aplicação	Condutor de alumínio (AL)			Isolação	Diâmetro do condutor completo (máx.)	Massa	
			Seção Nominal do Condutor	Diâmetro					Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C
				Mínimo	Máximo				
			(mm²)	(mm)		(Ω/km)	(mm)	(kg/km)	
693831	Alumínio / PVC/A / ST1	Rede de distribuição	35	6,6	7,5	0,8680	1,2	9,9	130
693832			50	7,7	8,6	0,6410	1,4	11,4	180
693833			70	9,3	10,2	0,4430	1,4	13,0	245
693823			95	11,0	12,0	0,3200	1,6	15,2	320
693834			120	12,5	13,5	0,2530	1,6	16,7	420

TABELA 1 - Característica técnica do cabo de potência alumínio com isolamento extrudada em PVC/A até 1,0 kV -
Continuação

Código Energisa	Condutor / Isolação / Cobertura	Aplicação	Condutor de alumínio (AL)				Isolação	Diâmetro do condutor completo (máx.)	Massa
			Seção Nominal do Condutor	Diâmetro		Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C			
				Mínimo	Máximo				
693835	Alumínio / PVC/A / ST1	Rede de distribuição	150	13,9	15,0	0,2060	1,8	18,6	500
693836			185	15,5	16,8	0,1640	2,0	20,8	610
693838			240	17,80	19,20	0,1250	2,2	23,6	890
692317			300	20,00	21,60	0,1000	2,4	26,4	1.100
692318			400	22,90	24,60	0,0778	2,6	29,8	1.480
692319			500	25,70	27,60	0,0605	2,8	33,2	1.680

TABELA 2 - Característica técnica do cabo de potência cobre com isolamento extrudada em PVC/A até 1,0 kV

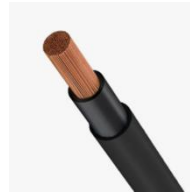


Imagem meramente ilustrativa

Código Energisa	Condutor / Isolação / Cobertura	Aplicação	Condutor de cobre (CU)			Isolação	Diâmetro do condutor completo (máx.)	Massa	
			Seção Nominal	Diâmetro (I)					Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C
				Mín.	Máx.				
			(mm²)	(mm)					(Ω/km)
91095	Cobre / PVC/A / ST1	Ramal de ligação	6	3,30	3,90	3,0800	1,0	5,9	90
91096			10	4,20	5,10	1,8300	1,0	7,1	150
91097			16	5,30	6,30	1,1500	1,0	8,3	210
91098			25	6,60	7,80	0,7270	1,2	10,2	320
693824		Ramal de ligação / Rede de distribuição	35	7,90	9,20	0,5240	1,2	11,6	420
693825			50	9,10	11,00	0,3870	1,4	13,8	570
693826			70	11,00	13,10	0,2680	1,4	15,9	780

TABELA 2 - Característica técnica do cabo de potência cobre com isolação extrudada em PVC/A até 1,0 kV -
Continuação

Código Energisa	Condutor / Isolação / Cobertura	Aplicação	Condutor de cobre (CU)				Isolação	Diâmetro do condutor completo (máx.)	Massa
			Seção Nominal	Diâmetro (I)		Resistência elétrica máxima do condutor a 20 °C			
				Mín.	Máx.				
693827	Cobre / PVC/A / ST1	Ramal de ligação / Rede de distribuição	95	12,90	15,10	0,1930	1,6	18,3	1.070
693828			120	14,50	17,00	0,1530	1,6	20,2	1.310
693829			150	16,20	19,00	0,1240	1,8	22,6	1.610
693830			185	18,00	21,00	0,0991	2,0	25,0	2.010
693837			240	20,60	24,00	0,0754	2,2	28,4	2.349
692313			300	23,10	27,00	0,0601	2,4	31,8	2.770
692314			400	26,10	31,00	0,0475	2,6	36,2	3.770
692315			500	29,20	35,00	0,0369	2,8	40,6	4.680

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

Comprimento do cabo		Número de amostras
Superior	Inferior ou igual a	
(km)		
4	20	1
20	40	2
40	60	3
60	80	4
80	100	5

TABELA 4 - Relação dos ensaios

Item	Descrição dos ensaios	Tipo de ensaio
9.3.1	Inspeção visual	RE
9.3.2	Verificação dimensional	RE
9.3.3	Ensaio de identificação da matéria prima	P / RE / E
9.3.4	Ensaio no composto de isolamento	P / E
9.3.5	Ensaio no composto de cobertura	P / E
9.3.6	Ensaio de resistência elétrica	T / RE / E
9.3.7	Ensaio de tensão elétrica	T / RE / E
9.3.8	Ensaio de tensão elétrica de longa duração	T / E
9.3.9	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente	T / RE / E
9.3.10	Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação	T / E
9.3.11	Ensaio de envelhecimento em cabo completo	T / E
9.3.12	Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento	T / E
9.3.13	Ensaio de resistência à chama	T / E
9.3.14	Ensaio de queima vertical	T / E
9.3.15	Ensaio de centelhamento	T / E

Legenda:

P - Ensaio de projeto;

T - Ensaio de tipo;

RE - Ensaio de recebimento;

E - Ensaio especial.

16 ANEXOS

ANEXO 1 - Quadro de dados técnicos e características garantidas

CABO DE POTÊNCIA COM ISOLAÇÃO EXTRUDADA

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	Norma de referência (nacional ou internacional):	
4	Material:	
4.1	a) Condutor metálico:	
4.2	b) Composto isolante:	
4.3	c) Composto da cobertura:	
5	Característica dimensional:	
5.1	a) Condutor metálico:	
5.1.1	• Número de fios componentes:	
5.1.2	• Classe de encordoamento:	
5.1.3	• Seção nominal:	mm ²
5.1.4	• Diâmetro nominal:	mm
5.2	b) Espessura da isolação:	mm
5.3	c) Espessura da cobertura:	mm
5.4	d) Cabo completo:	
5.4.1	• Diâmetro nominal:	mm
5.4.2	• Massa do cabo completo:	kg/km
6	Designação do cabo:	

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

Item	Descrição	Característica / Unidade
7	Característica elétrica:	
7.1	a) Tensão de isolamento (U_0/U):	kV
7.2	b) Resistência elétrica do condutor em C.C. a 20 °C:	MΩ.km
7.3	c) Resistência de isolamento:	
7.3.1	• Coeficiente por °C para correção da temperatura:	
7.3.2	• Constante de isolamento, mínima a 20 °C:	MΩ.km
7.4	d) Tensão máx. de teste em corrente contínua na instalação - 5,0 min.:	kV
7.5	e) Tensão máx. teste em corrente contínua após instalação - 15 min.:	kV
7.7	f) Tensão máx. de teste em C.C. após instalação na garantia - 5,0 min.:	kV
8	Raio mínimo de curvatura:	mm
9	Acondicionamento:	
9.1	a) Tipo de carretel:	
9.2	b) Dimensões do carretel:	mm
9.3	c) Comprimento do (s) lance (s):	m
9.4	d) Massa total:	

NOTAS:

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

- I. 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;
- II. Erro no preenchimento do quadro de características poderá ser motivo para desclassificação;



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

- III. 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;
- IV. O fabricante deve garantir que a performance e as características dos equipamentos a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.

ANEXO 2 - Quadro de desvios técnicos e exceções

QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES

Nome do fabricante:

N.º da licitação:

N.º da proposta:

A documentação técnica de concorrência será integralmente aceita pelo proponente, à exceção dos desvios indicados neste item.

Referência	Descrição

