



NORMA TÉCNICA CELG D

Cabos de Alumínio Multiplexados Autossustentados 0,6/1 kV

Especificação

**NTC-27
Revisão 2**

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.

SETOR DE NORMATIZAÇÃO TÉCNICA

NTC-27

Cabos de Alumínio Multiplexados Autossustentados 0,6/1 kV

Especificação

Revisão 2


ELABORAÇÃO: Eng° Luiz Flávio N. Rodrigues

REVISÃO 1: Eng° Gerson Tertuliano

SUPERVISÃO: 
Eng° Fabrício Luis Silva
DT-SNT

APROV: 
Eng° Luiz Flávio N. Rodrigues
DT-DPTN

APROV: 
Eng° José Divino Sousa Santos
DT-SPSE

APROV.: 
Eng° Humberto Eustáquio T. Correa
DT

DATA: OUT/15

ÍNDICE

<u>SECÃO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.	OBJETIVO	1
2.	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	2
3.	DEFINIÇÕES	4
4.	CONDIÇÕES GERAIS	5
4.1	Condições de Serviço	5
4.2	Tensões de Isolamento	5
4.3	Reunião dos Condutores Fase e Neutro	5
4.4	Acondicionamento	5
4.5	Capacidade de Condução de Corrente	6
4.6	Temperatura nos Condutores	7
4.7	Garantia	7
5.	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	8
5.1	Condutor Fase	8
5.2	Condutor Neutro de Sustentação	8
5.3	Isolação	9
5.4	Identificação dos Condutores Fase	10
5.5	Marcação	10
5.6	Passo de Reunião dos Condutores	10
6.	INSPEÇÃO E ENSAIOS	11
6.1	Generalidades	11
6.2	Ensaio	13
6.3	Relação dos Ensaio	13
6.4	Descrição dos Ensaio	15
7.	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	20
7.1	Ensaio de Recebimento	20
7.2	Ensaio de Rotina	20
7.3	Ensaio Especiais	20
7.4	Recuperação de Lotes para Inspeção	21
7.5	Relatórios dos Ensaio	21
8.	APRESENTAÇÃO DE PROPOSTA E APROVAÇÃO DE PROTÓTIPOS	22
ANEXO A	TABELAS	23
TABELA 1	TEMPERATURA MÁXIMA NO CONDUTOR	23
TABELA 2	ESPESSURA DA ISOLAÇÃO E TENSÃO ELÉTRICA DE ENSAIO	23
TABELA 3	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ELÉTRICAS DO CONDUTOR FASE	23

<u>SECÃO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
TABELA 4	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ELÉTRICAS DO CONDUTOR NEUTRO	24
TABELA 5	FORMAÇÃO E MASSAS APROXIMADAS DOS CABOS	24
TABELA 6	CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE	25
TABELA 7	PLANO DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS ESPECIAIS	25
TABELA 8	PLANO DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO	26
TABELA 9	FATORES PARA CORREÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA	27
TABELA 10	REQUISITOS FÍSICOS DO COMPOSTO DE POLIETILENO TERMOFIXO (XLPE) DA ISOLAÇÃO	29
ANEXO B	DESENHOS	30
DESENHO 1	PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DO CARRETEL	30
DESENHO 2	EQUIPAMENTO PARA ENSAIO DE RESISTÊNCIA À ABRASÃO	31
ANEXO C	QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	32
ANEXO D	COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO	34
ANEXO E	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES	35

1. OBJETIVO

Esta norma fixa os critérios e as exigências técnicas mínimas relativas à fabricação e recebimento de cabos de potência multiplexados, confeccionados em alumínio, autossustentados, tensões 0,6/1 kV, isolados em polietileno termofixo (XLPE), para aplicação em circuitos aéreos secundários de distribuição de energia elétrica.

2. NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

ABNT NBR 5118	Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos.
ABNT NBR 5285	Fios de liga alumínio-magnésio-silício, têmpera T81, nus, de seção circular, para fins elétricos - Especificação.
ABNT NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento.
ABNT NBR 5456	Eletricidade geral - Terminologia.
ABNT NBR 5471	Condutores elétricos.
ABNT NBR 6251	Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 a 35 kV - Requisitos construtivos.
ABNT NBR 6524	Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas.
ABNT NBR 6810	Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos.
ABNT NBR 6813	Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento.
ABNT NBR 6814	Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica.
ABNT NBR 6815	Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos.
ABNT NBR 6881	Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação - Ensaio de tensão elétrica.
ABNT NBR 7103	Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos - Especificação.
ABNT NBR 7271	Cabos de alumínio nus para linhas aéreas - Especificação.
ABNT NBR 7272	Condutor elétrico de alumínio - Ruptura e característica dimensional.
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 8182	Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho.
ABNT NBR 9512	Fios e cabos elétricos - Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-b proveniente de lâmpadas fluorescentes - Método de ensaio.
ABNT NBR 10298	Cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus, para linhas aéreas - Especificação.
ABNT NBR 11137	Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas.
ABNT NBR 11301	Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%) - Procedimento.
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.

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 - Ensaios 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 a determinação da densidade de massa - Ensaios de absorção de água - Ensaio de retração.
ABNT NBR NM IEC	60811-2-1	Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Capítulo 1: Ensaios 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.

Notas:

- 1) Poderão ser utilizadas normas de outras organizações normalizadoras, desde que sejam oficialmente reconhecidas pelos governos dos países de origem, assegurem qualidade igual ou superior às mencionadas neste item, não contrariem esta norma e sejam submetidas a uma avaliação prévia por parte da CELG D.*
- 2) Caso haja opção por outras normas, que não as anteriormente mencionadas, essas devem figurar, obrigatoriamente, na documentação de licitação. Neste caso, o proponente deverá citar em sua proposta a norma aplicada, e submeter à CELG D cópias da alternativa proposta, indicando claramente os pontos onde as normas propostas desviam das normas ABNT correspondentes.*
- 3) O fornecedor deve disponibilizar, para o inspetor da CELG D, no local da inspeção, todas as normas acima mencionadas, em suas últimas revisões.*
- 4) Esta norma foi baseada nos seguintes documentos:*

ABNT NBR 8182 - Cabos de potência multiplexados autossustentados com isolamento extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho.

ABNT NBR NM 280 - Condutores de cabos isolados.

3. DEFINIÇÕES

Os termos técnicos utilizados nesta norma estão definidos nas normas da ABNT: NBR 5456, NBR 5471 e NBR 6251, complementados pelos seguintes:

Comprimento Efetivo

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

Comprimento Nominal

Comprimento padrão de fabricação e/ou comprimento que conste no Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

Condutor Classe 2

Condutor destinado ao uso em cabos para instalações fixas constituído de condutores encordoados.

Lance Irregular (Quanto ao Comprimento)

Lance com comprimento diferente, em mais de 3%, do comprimento nominal, com no mínimo 50% do referido comprimento.

Unidade de Expedição

Comprimento contínuo de material contido em uma embalagem de expedição, ou seja, um rolo para materiais acondicionados em rolos ou uma bobina para materiais acondicionados em carretéis.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Condições de Serviço

Os cabos devem ser projetados para trabalhar nas seguintes condições:

- a) sistema trifásico a quatro fios, com neutro multiterrado, 60 Hz, tensão fase-fase 380 V;
- b) temperatura ambiente variando de 0 a 40°C, com média diária de 35°C;
- c) umidade relativa do ar até 100%;
- d) locais densamente arborizados onde poderão permanecer em contato com galhos de árvores durante longos períodos;
- e) exposição direta ao sol, chuva e poeira;
- f) precipitação pluviométrica média anual de 1500 a 3000 mm;
- g) nível de radiação solar de 1,1 kW/m², com alta incidência de raios ultravioleta.

4.2 Tensões de Isolamento

Os cabos se caracterizam pelas tensões de isolamento Vo/V - 0,6/1 kV.

4.3 Reunião dos Condutores Fase e Neutro

Os condutores fase devem ser torcidos helicoidalmente ao redor do mensageiro, com passo conveniente, conforme estabelecido no item 5.6.

4.4 Acondicionamento

Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o transporte, manuseio e armazenagem ao tempo. Este processo pode ser realizado mediante o uso de rolo ou carretel, conforme definido no CFM. Este último deve apresentar resistência adequada e isenção de defeitos que possam danificar o produto.

O acondicionamento em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 1500 kg e em rolos à 40 kg, para facilitar a movimentação manual.

Para cabos acondicionados em carretéis, permite-se uma tolerância de $\pm 3\%$ no comprimento efetivo em cada unidade de expedição. Adicionalmente, pode-se admitir que até 5% dos lances de um lote de expedição sejam irregulares, quanto ao comprimento, devendo o fabricante declarar o comprimento efetivo de cada unidade de expedição. Nesse caso cada lance deve ter no mínimo 50% do comprimento do normal.

Para cada unidade de expedição (rolo ou carretel), a incerteza máxima exigida na medição do comprimento efetivo é $\pm 1\%$.

São permitidos, no máximo, dois lances contínuos de cabo no mesmo carretel. Nesse caso o menor deve ser acondicionado por último, sem qualquer tipo de emenda ou amarração entre eles.

O carretel deve possuir dimensões de acordo com a ABNT NBR 11137 e os rolos, conforme ABNT NBR 7312.

As extremidades dos cabos acondicionados em carretéis devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou fita auto-aglomerante, resistente as intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenagem.

4.4.1 Etiqueta de Identificação dos Carretéis

Externamente, os carretéis devem ser marcados em lugar visível, por intermédio de placas de alumínio anodizado, contendo caracteres indeléveis, fixadas nos dois discos, apresentando as seguintes indicações:

- a) nome e endereço do fabricante;
- b) a sigla CELG D;
- c) número de condutores fase e seção nominal do(s) condutor(es) fase e neutro em mm²;
- d) material do(s) condutor(es) fase e neutro;
- e) material da isolação (XLPE);
- f) tensão de isolamento (0,6/1 kV);
- g) a norma ABNT NBR 8182;
- h) comprimento nominal;
- i) número de lances;
- j) massa bruta e líquida em quilogramas;
- k) número do CFM;
- l) número de série;
- m) seta indicativa e a frase "Desenrole neste sentido".

A identificação externa poderá também ser feita através de utilização de etiquetas confeccionadas em material polimérico, resistente ao rasgo e intempéries, com impressão indelével. Estas etiquetas devem também opcionalmente possibilitar a impressão de código de barras de modo a facilitar a rastreabilidade do material.

A identificação deverá seguir as orientações do Desenho 1.

4.4.2 Etiqueta de Identificação dos Rolos

Os rolos devem conter a mesma identificação indicada em 4.4.1, com exceção das referentes às alíneas (l) e (m).

4.5 Capacidade de Condução de Corrente

O fabricante deve fornecer em sua proposta a capacidade nominal de condução de corrente de seus cabos, nas temperaturas de regime permanente e sobrecarga, com o respectivo memorial de cálculo; bem como a temperatura de curto-circuito.

O cálculo deve ser baseado na metodologia descrita na ABNT NBR 11301, adotando-se as seguintes condições ambientais:

- temperatura ambiente: 40°C;
- velocidade do vento: nula;
- intensidade de radiação solar: 1000 W/m²;

- temperatura do condutor em regime permanente: 90°C;
- carga equilibrada.

O fabricante deverá fornecer os fatores de correção da ampacidade para temperaturas ambientes diferentes de 40°C, em degraus de 5°C na faixa de 20 a 40°C, além dos demais parâmetros adotados no cálculo.

4.6 Temperatura nos Condutores

A temperatura do condutor isolado em XLPE deverá estar de acordo com a Tabela 1 nas seguintes condições:

- a) em condição de regime permanente, não poderá ultrapassar 90°C;
- b) em condições de regime de sobrecarga, não poderá ultrapassar 130°C. A operação neste regime não poderá superar 100 h durante 12 meses consecutivos, nem 500 h durante a vida do cabo;
- c) em regime de curto-circuito não poderá superar 250°C; a duração neste regime não pode ultrapassar 5 s.

4.7 Garantia

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

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

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

As despesas com mão de obra decorrentes de retirada e instalação de cabos, comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte entre almoxarifado CELG D e fabricante correrão por conta deste.

5. CONDICÕES ESPECÍFICAS

5.1 **Condutor Fase**

O condutor fase deve ser constituído por fios de alumínio nu, duro, tempera H19, conforme ABNT NBR 5118.

Os fios componentes do condutor encordoado, antes de serem submetidos às etapas posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da ABNT NBR 5118, para fios de alumínio. Os valores mínimos de resistência à tração, para a temperatura considerada, devem estar de acordo com a norma em referência.

Os condutores devem ser do tipo CA, compactados e ter encordoamento classe 2, conforme ABNT NBR NM 280, além de apresentar as características dimensionais, elétricas e mecânicas constantes da Tabela 3.

A condutividade mínima deve ser de 61% IACS a 20°C.

A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias e inclusões que comprometam o desempenho do condutor. O cabo pronto não deve apresentar falhas de encordoamento.

5.2 **Condutor Neutro de Sustentação**

O condutor neutro de sustentação, dependendo da seção, deve ser cabo de alumínio CA (para seções 10, 16 e 25 mm²) ou alumínio-liga (para seções 35 e 70 mm²).

Os condutores, após encordoamento, devem satisfazer às seguintes normas e requisitos:

- a) condutores encordoados de alumínio duro: ABNT NBR NM 280, com seção máxima 25 mm² e formação conforme Tabela 4;
- b) condutores encordoados de alumínio-liga, com seção a partir de 35 mm² (inclusive) e formação conforme Tabela 4.

Os fios componentes dos condutores encordoados, antes de serem submetidos às etapas posteriores de fabricação e os condutores após encordoamento, devem atender aos requisitos da ABNT NBR 5285.

Os condutores de alumínio-liga devem atender aos requisitos da ABNT NBR 10298 e formação conforme Tabela 4.

Quando o neutro for isolado, podem ser usadas formações combinadas para cordas de 19 fios. Neste caso, os diâmetros dos fios componentes não necessitam respeitar as tolerâncias estabelecidas na norma correspondente. A resistência elétrica máxima deve, entretanto, corresponder ao valor calculado para a formação simples de mesma seção nominal.

Os fios de alumínio que formam o condutor neutro CA devem apresentar as seguintes características:

- a) resistência mínima à tração, de acordo com a ABNT NBR 5118;
- b) têmpera dura (H19), de acordo com a ABNT NBR 5118;
- c) condutividade mínima: 61% IACS a 20°C;
- d) resistividade: 0,028264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C, conforme ABNT NBR 5118;
- e) estar de acordo com a Tabela 4;
- f) seção não compactada e encordoamento conforme ABNT NBR 8182.

Os fios de alumínio-liga devem ser tratados termicamente além de apresentar as seguintes características:

- a) resistência mínima à tração, de acordo com a ABNT NBR 5285;
- b) alongamento mínimo de 3% em 250 mm, de acordo com a ABNT NBR 5285;
- c) resistividade: 0,0328 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, conforme ABNT NBR 5285;
- d) condutividade mínima: 52,50% IACS a 20°C;
- e) estar de acordo com a Tabela 4;
- f) seção não compactada e encordoamento, conforme ABNT NBR 8182.

5.3 Isolação

A isolação deve ser constituída por composto termofixo à base de polietileno reticulado (XLPE), com características físicas conforme ABNT NBR 6251.

À isolação na cor preta deve ser adicionado negro-de-fumo, em uma proporção mínima de 2%, quando ensaiado conforme ABNT NBR NM IEC 60811-4-1. As isolações que possuem cores diferentes da preta devem ser aditivadas com agentes químicos antidegradantes de maneira a ficarem protegidas da ação dos raios ultravioleta.

A isolação pode ser em dupla camada, desde que a camada externa não ultrapasse 30% da espessura total. As camadas interna e externa devem ser aplicadas simultaneamente, de forma a garantir que fiquem aderidas uma à outra, e não ocorra a formação de vazios entre elas. A camada interna deve ser na cor preta e conter, no mínimo, 2% de negro-de-fumo, quando ensaiado conforme ABNT NBR NM IEC 60811-4-1.

A camada do material isolante aplicada sobre o condutor deve ser contínua, uniforme, homogênea e isenta de materiais contaminantes e porosidades, ao longo de todo o comprimento do condutor.

A isolação deve ser facilmente removível e não aderente ao condutor.

Os requisitos físicos da isolação devem estar de acordo com a Tabela 10.

A espessura nominal da isolação de cada condutor, inclusive do neutro quando isolado, deve estar de acordo com os valores indicados na Tabela 3.

A espessura média da isolação de cada condutor, em qualquer seção transversal, não deve ser inferior ao valor nominal especificado na Tabela 3.

A espessura mínima da isolação, quando medida em um ponto qualquer de sua seção transversal, pode ser inferior ao valor nominal, contanto que a diferença entre eles não exceda $0,1 \text{ mm} + 10\%$ do nominal especificado.

A espessura da isolação deve ser medida conforme ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

5.4 Identificação dos Condutores Fase

Os cabos quadruplex devem ser identificados por intermédio de cores, conforme descrito a seguir:

fase A: preta;
fase B: cinza;
fase C: vermelha.

O condutor neutro, quando isolado, deve ser identificado pela cor azul clara.

5.5 Marcação

A superfície externa da isolação, de pelo menos um dos condutores fase, deve ser marcada a intervalos regulares de $\pm 500 \text{ mm}$, com as seguintes informações:

- nome do fabricante;
- número de condutores e respectivas seções dos condutores fase e neutro em mm^2 ;
- identificação do material do condutor (alumínio) e da isolação (XLPE);
- tensões de isolamento (0,6/1 kV);
- ano de fabricação;
- ABNT NBR 8182.

Notas:

1) *Os cabos multiplexados autossustentados devem ser designados da seguinte maneira:*

$$N \times I \times S + S'$$

onde:

N = número de condutores fase;

S = seção transversal do condutor fase, em mm^2 ;

S' = seção transversal do condutor neutro, em mm^2 .

2) *É facultativa a inclusão do nome comercial do produto, preferencialmente após o nome do fabricante.*

3) *Quando o neutro for isolado, este deve ser identificado com a palavra "neutro".*

5.6 Passo de Reunião dos Condutores

O passo de reunião dos condutores deve ser no máximo 60 vezes o diâmetro do condutor fase.

A verificação deve ser feita conforme ABNT NBR 15443. Não devem ser considerados os comprimentos das extremidades da bobina ou rolo que possam apresentar alterações no passo de reunião.

6. INSPEÇÃO E ENSAIOS

6.1 Generalidades

- a) Os cabos de potência multiplexados devem ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica, de acordo com esta norma e com as normas da ABNT aplicáveis, na presença de inspetores credenciados pela CELG D, devendo a CELG D ser comunicada pelo fornecedor com pelo menos 15 (quinze) dias de antecedência se fornecedor nacional e 30 (trinta) dias se fornecedor estrangeiro, das datas em que os lotes estiverem prontos para inspeção final, completos com todos os acessórios.
- b) A CELG D reserva-se o direito de inspecionar e testar os cabos multiplexados e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deve proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o material em questão estiver sendo fabricado, fornecendo-lhe as informações solicitadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedências de matérias primas, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) O fornecedor deve apresentar, para aprovação da CELG D, o seu Plano de Inspeção e Testes, que deverá conter as datas de início da realização de todos os ensaios, os locais e a duração de cada um deles, sendo que o período para inspeção deve ser dimensionado pelo proponente de tal forma que esteja contido nos prazos de entrega estabelecidos na proposta de fornecimento.
O plano de inspeção e testes deve indicar os requisitos de controle de qualidade para utilização de matérias primas, de fornecimento de terceiros, assim como as normas técnicas empregadas na fabricação e inspeção dos materiais.
- d) Antes de serem fornecidos os cabos eles devem ser aprovados através da realização dos ensaios de tipo previstos no item 6.3.3.
- e) Certificados de ensaio de tipo para materiais de características similares ao especificado, porém aplicáveis, podem ser aceitos desde que a CELG D considere que tais dados comprovem que o material proposto atende 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 tipo existentes, será tomada posteriormente pela CELG D, em função da análise dos respectivos relatórios. A eventual dispensa destes ensaios somente terá validade por escrito.
- f) Em qualquer situação a CELG D poderá, a seu critério, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os cabos estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos.
- g) O fabricante deve dispor de pessoal e de aparelhagem, próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de contratação deve haver aprovação prévia por parte da CELG D).

- h) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO, válidos por um período máximo de um ano. Por ocasião da inspeção, devem estar ainda dentro deste período, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- i) O fabricante deve assegurar ao inspetor da CELG D o direito de familiarizar-se, em detalhes, com as instalações e os 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.
- j) A aceitação dos cabos e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
- não exime o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com os requisitos desta norma;
 - não invalida qualquer reclamação posterior da CELG D a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.
- Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, os cabos multiplexados 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 norma, eles podem ser rejeitados e sua reposição será por conta do fabricante.
- k) Após a inspeção dos cabos multiplexados, o fabricante deve encaminhar à CELG D, por lote ensaiado, um relatório completo dos ensaios efetuados, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela concessionária. Esse relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos ensaios e os resultados obtidos.
- 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 CELG D, sendo o fabricante responsável pela recomposição de unidades ensaiadas, quando isto for necessário, antes da entrega à CELG D.
- m) Nenhuma modificação nos cabos multiplexados deve ser feita "a posteriori" pelo fabricante sem a aprovação da CELG D. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da CELG D, sem qualquer custo adicional.
- n) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- o) A CELG D reserva-se o direito de exigir a repetição de ensaios em cabos multiplexados já aprovados. Neste caso, as despesas serão de sua responsabilidade se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante.
- p) Os custos da visita do inspetor da CELG D (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos) correrão por conta do fabricante se:

- na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto;
- o laboratório de ensaio não atender às exigências desta norma;
- o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa;
- os ensaios de recebimento e/ou tipo forem efetuados fora do território brasileiro.

q) A rejeição do lote, em virtude de falhas constatadas nos ensaios, não dispensa o fabricante de cumprir as datas de entrega prometidas. Se, na opinião da CELG D, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas previstas, ou caso torne evidente que o fabricante será incapaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta especificação, a mesma reserva-se o direito de rescindir todas as obrigações e obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fabricante será considerado infrator do contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

6.2 Ensaio

Os ensaios previstos nesta norma são os seguintes:

- recebimento;
- tipo.

Os ensaios de recebimento são subdivididos em:

- rotina;
- especiais.

6.3 Relação dos Ensaio

6.3.1 Ensaio de Recebimento/Rotina

Os ensaios de rotina são aqueles executados em fábrica, durante o processo produtivo e devem ser feitos em todas as unidades componentes do lote, com a finalidade de demonstrar a integridade do cabo, cabendo a CELG D o direito de designar um inspetor para acompanhá-los e são os abaixo relacionados:

- a) inspeção visual, conforme item 6.4.1;
- b) verificação dimensional da construção do cabo, em função das Tabelas 3 e 4;
- c) resistência elétrica a 20°C, conforme 6.4.2;
- d) centelhamento, conforme item 6.4.6;
- e) tensão elétrica, conforme 6.4.3;
- f) resistência de isolamento à temperatura ambiente, de acordo com o item 6.4.4.

Todas as veias do cabo devem ser submetidas aos ensaios de rotina, à exceção do ensaio de centelhamento, cuja execução fica a critério do fabricante.

O ensaio de resistência elétrica é aplicável aos condutores fase e neutro.

6.3.2 Ensaios de Recebimento/Especiais

Os ensaios especiais são:

- a) tensão elétrica de longa duração, segundo 6.4.7;
- b) tração da isolação, antes e após envelhecimento, com base na Tabela 10, item 1;
- c) determinação do teor de negro-de-fumo, conforme item 5.3.

Os ensaios especiais devem ser feitos para Contratos de Fornecimento de Material (CFMs) que excedam 4 km de cabo com mesma seção e formação.

Para CFMs com vários itens de mesma construção e os mesmos materiais componentes, apenas com seções diferentes, estes ensaios podem ser realizados em um único item, preferencialmente o de maior comprimento de cabo.

Para CFMs com comprimentos de cabo inferiores ao acima estabelecido, o fabricante deve fornecer, caso solicitado, um certificado onde conste que o cabo cumpre todos os requisitos dos ensaios especiais desta norma.

O número de amostras requerido deve estar conforme Tabela 7.

A amostra deve ser constituída por dois comprimentos suficientes de cabo, retirados das extremidades de quaisquer unidades de expedição, após ter sido eliminada, se necessário, uma possível porção do mesmo que tenha sofrido danos. Para o ensaio da alínea b do sub-item 6.3.2, a amostra deve ser constituída por um único pedaço de cabo com comprimento útil, mínimo, a ser ensaiado de 5 metros.

6.3.3 Ensaios de Tipo

Deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as unidades de expedição, antes da realização de qualquer ensaio de tipo, para verificação das condições estabelecidas no item 6.4.1.

Os ensaios de tipo devem ser realizados para fins de demonstração do comportamento satisfatório do cabo, em função de seu projeto, como forma de atender a aplicação prevista.

Estes ensaios não precisam ser repetidos, a menos que haja modificação de projeto que possa alterar o desempenho do cabo.

Nota:

Entende-se por modificação do projeto do cabo, para os objetivos desta norma, qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico, mecânico e/ou em condições de queima do cabo.

Os ensaios de tipo devem ser realizados uma única vez. Os mesmos devem ter seus resultados devidamente comprovados através de cópias autenticadas dos certificados de ensaios emitidos por órgão oficial ou instituição internacionalmente reconhecida. A validade do referido certificado condiciona-se à emissão de um documento de aprovação por parte da CELG D; podendo este documento ser usado pelo fabricante somente sob autorização desta companhia.

Os ensaios de tipo são divididos em elétricos e não elétricos e estão relacionados a seguir.

6.3.3.1 Ensaios de Tipo Elétricos

Os ensaios de tipo elétricos são os abaixo mencionados e devem ser realizados na ordem indicada:

- a) resistência elétrica, conforme item 6.4.2;
- b) tensão elétrica, de acordo com o item 6.4.3;
- c) resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 6.4.4;
- d) resistência de isolamento à temperatura máxima em regime permanente, segundo item 6.4.5;
- e) tensão elétrica de longa duração, conforme item 6.4.7.

Estes ensaios devem ser realizados na sequência das alíneas acima.

Devem ser retiradas duas amostras constituídas por 10 a 15 m de cabo completo, cada uma delas, colhida aleatoriamente pelo inspetor da CELG D na linha de produção ou no lote pronto para embarque, devendo corresponder à menor e maior seção de condutor padronizada pela CELG D. Outras formações podem ser adotadas mediante acordo prévio firmado entre CELG D e fabricante.

6.3.3.2 Ensaios de Tipo Não Elétricos

- a) Verificação da construção do cabo, conforme itens 5.1 a 5.6;
- b) Físicos da isolação, conforme item 6.4.8;
- c) Físicos da isolação após envelhecimento artificial em câmara de UV, em concordância com o item 6.4.9;
- d) Resistência à abrasão, segundo item 6.4.10.

Deve-se utilizar um comprimento suficiente de cabo completo, retirado dos mesmos lotes de fabricação utilizados para a realização dos ensaios de tipo elétricos.

O fabricante deve realizar ensaios de controle, com periodicidade adequada, nas matérias-primas e semi-elaborados, durante a produção do cabo e após sua fabricação, com o objetivo de assegurar que os materiais e processos utilizados atendam aos requisitos de projeto cobertos por esta norma.

Após a realização destes ensaios os resultados devem ser registrados adequadamente pelo fabricante, passando a fazer parte integrante de seu sistema de garantia da qualidade. Esta documentação deve estar prontamente disponibilizada para a CELG D em caso de auditoria de sistema ou produto.

6.4 Descrição dos Ensaios

6.4.1 Inspeção Visual

Antes de qualquer ensaio deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as unidades de expedição, devendo ser verificados os seguintes itens:

- a) características gerais do cabo;
- b) identificação, conforme item 5.4;
- c) acondicionamento, conforme item 4.4;
- d) marcação, conforme item 5.5;
- e) acabamento.

Devem ser rejeitadas, de forma individual, as unidades de expedição que não cumprirem as condições anteriormente referidas.

6.4.2 Resistência Elétrica

A resistência elétrica máxima dos condutores fase, referida a 20°C e a um comprimento de 1 km, deve estar conforme ABNT NBR NM 280.

A resistência elétrica máxima dos fios componentes ou do condutor neutro de sustentação, referida a 20°C e comprimento de 1 km, deve estar de acordo com as seguintes normas:

- a) ABNT NBR NM 280, para condutores encordoados de alumínio duro, seção máxima 25 mm² e formação conforme Tabela 4;
- b) ABNT NBR 10298, para condutores encordoados de alumínio-liga, seção mínima 35 mm² e formação conforme Tabela 4.

O cabo deve ser ensaiado conforme prescrições contidas na ABNT NBR 6814.

6.4.3 Tensão Elétrica

O cabo deve ser submetido a tensão elétrica alternada com frequência entre 48 a 62 Hz, valor 4 kV, não podendo apresentar perfuração.

O tempo de aplicação desta tensão deve ser 5 minutos.

Os cabos com condutor neutro de sustentação isolado devem ser ensaiados em água. O período de imersão, antes do início do ensaio, não deve ser inferior a 1 hora e a tensão deve ser aplicada entre cada condutor isolado e a água.

Os cabos com condutor neutro de sustentação não isolado devem ser ensaiados a seco. A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor fase e todos os outros condutores curto-circuitados e aterrados.

Em alternativa, os requisitos estabelecidos anteriormente podem ser verificados mediante aplicação de tensão elétrica contínua de valor 9,6 kV, com tempo de duração 5 minutos.

O ensaio deve ser conduzido conforme orientações contidas na ABNT NBR 6881.

6.4.4 Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente

A resistência de isolamento dos condutores referida, a 20°C e a 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a seguinte fórmula:

$$R_i = K_i \cdot \log \frac{D}{d}$$

Onde:

R_i = resistência de isolamento em $M\Omega \cdot km$;

k_i = constante de isolamento para XLPE = $3700 M\Omega \cdot km$;

D = diâmetro nominal sobre a isolação, em mm;

d = diâmetro nominal sob a isolação, em mm.

A medição deve ser feita com tensão elétrica contínua de valor entre 300 e 500 V, aplicada por um período mínimo de 1 e máximo de 5 minutos.

O condutor deve ser conectado ao terminal de tensão de polaridade negativa do equipamento de ensaio.

Este ensaio deve ser realizado após o de tensão elétrica, previsto no item 6.4.3. Caso esse último ensaio tenha sido realizado com tensão contínua, a medição da resistência de isolamento deve ser feita 24 horas após os condutores terem sido curto-circuitados entre si e com a terra.

Quando a medição da resistência de isolamento for realizada em meio ambiente com temperatura diferente de $20^\circ C$, o valor obtido deve ser referido a esta temperatura utilizando os valores de correção dados na Tabela 9. O fabricante deve fornecer previamente o coeficiente por $^\circ C$ a ser usado.

O cabo deve ser ensaiado conforme ABNT NBR 6813.

Quando este ensaio for realizado como de tipo, a medição da resistência de isolamento deve ser feita com o corpo de prova constituído por veia de cabo, comprimento mínimo 5 m, imersa em água, pelo menos 1 hora antes do ensaio.

6.4.5 Resistência de Isolamento à Temperatura Máxima em Regime Permanente

A resistência de isolamento do cabo a $90 \pm 2^\circ C$, referida a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a fórmula dada no item 6.4.4, tomando-se a constante de isolamento igual a $3,70 M\Omega \cdot km$.

A temperatura no condutor deve ser obtida pela imersão da amostra em água, a qual deve ser mantida imersa por pelo menos duas horas, à temperatura especificada, antes de se efetuar a medição.

A medição deve ser feita mediante aplicação de tensão elétrica contínua, com valor entre 300 e 500 V, aplicada por um tempo mínimo de 1 e máximo de 5 minutos.

O comprimento mínimo da amostra deve ser 5 metros.

A amostra deve ser ensaiada conforme indicado na ABNT NBR 6813.

6.4.6 Centelhamento

As tensões de ensaio são as estabelecidas na Tabela 2.

O ensaio deve ser executado em conformidade com a ABNT NBR 10537, antes do processo de reunião das veias.

6.4.7 Tensão Elétrica de Longa Duração

A amostra deve ser submetida a uma tensão elétrica alternada, entre 48 e 62 Hz, com valor eficaz 10 kV.

O tempo de aplicação desta tensão deve ser 30 minutos e o cabo não deve apresentar perfuração.

A amostra deve ficar imersa em água por um tempo não inferior a 24 horas, antes do ensaio, e a tensão deve ser aplicada entre cada condutor isolado e a água.

O ensaio deve ser aplicado em um corpo de prova constituído por um cabo completo com comprimento mínimo 5 m.

A amostra deve ser ensaiada de acordo com a ABNT NBR 6881.

6.4.8 Ensaio Físicos da Isolação

Estes ensaios estão indicados na Tabela 10, com os respectivos requisitos e métodos de ensaio.

6.4.9 Ensaio Físicos da Isolação Após Envelhecimento Artificial em Câmara de UV

Este ensaio é aplicável à isolação de cabos em camada única com coloração diferente da preta e à isolação de dupla camada.

A isolação dos cabos deve ser submetida ao ensaio de envelhecimento acelerado, por 2000 horas, conforme as prescrições das normas ASTM G155-05a método A ou ABNT NBR 9512. Os corpos de prova para os ensaios mecânicos devem ser retirados, após envelhecimento, da face exposta à radiação, o mais próximo possível da superfície externa e preparados conforme ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

Nota:

Quando durante a preparação dos corpos de prova não for possível a preservação da camada colorida, o método de ensaio deve ser objeto de acordo prévio entre fabricante e CELG D.

A variação média na tensão e alongamento à ruptura, dos corpos de prova, antes e após envelhecimento, não pode ser superior a 25%, em relação aos valores originais.

O material não pode apresentar sinais de erosão, fissuras, fraturas ou bolhas na superfície e a identificação deve permanecer legível.

6.4.10 Resistência à Abrasão

Este ensaio é requerido para condutores fase e neutro, quando este for isolado.

O corpo de prova deve ser obtido retirando-se de um dos condutores do cabo multiplexado, uma amostra com comprimento aproximado de 750 mm. Este deve ser retificado cuidadosamente. Em uma das extremidades, a isolação deve ser removida de maneira a permitir contato elétrico com a massa do aparelho de ensaio, conforme Desenho 2.

O equipamento de ensaio deve ser constituído por:

- a) um rotor em gaiola de esquilo com 12 cm de diâmetro, em cuja periferia estão dispostas regularmente 12 barras de aço de seção circular com 12 mm de diâmetro (ver Desenho 2). As barras são fixadas solidamente sobre as duas faces circulares e paralelas do rotor, de modo a não permitir o giro em torno de seu próprio eixo.

A superfície das barras deve ter um grau de acabamento correspondente à usinagem obtida por torneamento com $Ra = 1,5 \mu\text{m}$;

- b) fonte de tensão elétrica contínua;
- c) dispositivo de interrupção do circuito elétrico do rotor;
- d) contador de número de voltas.

O corpo de prova deve ser previamente condicionado à temperatura ambiente de ensaio, por um período de 48 horas. Após as barras serem limpas, o referido corpo de prova deve ser colocado sobre o rotor de forma que a extremidade sem isolação seja fixada horizontalmente em relação à superfície deste, enquanto que a outra deve ficar livre, acoplado nela uma massa de:

- a) 3 kg para condutor de seção nominal 10 mm²;
- b) 5 kg para seção nominal superior a 10 mm².

Uma tensão elétrica contínua de aproximadamente 24 V deve ser aplicada entre o condutor e o rotor com a finalidade de interromper o circuito de acionamento no instante de ocorrência do curto-circuito. O rotor deve ser submetido a um movimento circular uniforme com velocidade angular correspondente a 8 voltas por minuto em sentido horário, estando a parte fixa do corpo de prova à esquerda do observador. Após as primeiras 420 voltas (aproximadamente 5000 barras), deve ser realizada uma limpeza a seco no corpo de prova e também no rotor, prosseguindo-se o ensaio logo após esta operação.

A resistência à abrasão do material isolante é considerada satisfatória caso o mesmo suporte um número igual ou superior a 20000 passagens de barras sem ocorrência de curto-circuito.

7. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1 Ensaio de Recebimento

O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e rejeição para os ensaios de recebimento devem estar de acordo com a Tabela 8.

De cada carretel devem ser retirados corpos de prova do cabo completo, em número e tamanho adequados à execução de todos os ensaios previstos.

A quantidade total de carretéis defeituosos deve ser comparada com os valores apresentados na Tabela 8, que definirá a aceitação ou rejeição do lote em questão.

7.2 Ensaio de Rotina

Sobre todas as unidades de expedição que tenham cumprido o estabelecido no item 7.1 devem ser aplicados os ensaios de recebimento citados no item 6.3.1, aceitando-se somente as unidades que satisfizerem a todos os requisitos especificados.

Devem ser rejeitadas, de forma individual, as unidades de expedição que não cumprirem os requisitos dos referidos ensaios.

Se nos ensaios de verificação da construção do cabo, conforme item 6.3.1.b, resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, dois novos corpos de prova, com comprimento suficiente de cabo, devem ser retirados das mesmas unidades de expedição e novamente efetuados os ensaios para os quais a amostra precedente foi insatisfatória. Os requisitos devem resultar satisfatórios em ambos os corpos de prova, caso contrário, o lote do qual foi retirada a amostra deve ser rejeitado.

Para a inspeção podem ser adotados dois procedimentos:

- a) acompanhamento, por parte do inspetor da CELG D, dos ensaios de rotina realizados pelo fabricante;
- b) adoção de amostragem, por ocasião da apresentação do lote para inspeção final, segundo critérios de amostragem estabelecidos nesta norma.

A aceitação deste procedimento não exime o fabricante de apresentar o relatório dos ensaios de rotina.

7.3 Ensaio Especial

Sobre as amostras obtidas conforme critério estabelecido no item 6.3.2, devem ser aplicados os ensaios especiais estabelecidos nesta mesma seção. Devem ser aceitos os lotes que satisfizerem os requisitos especificados.

Se em qualquer dos ensaios especiais, com exceção do previsto no item 6.3.2.a, resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, o lote do qual foi retirada a amostra deve ser rejeitado.

7.4 Recuperação de Lotes para Inspeção

O fabricante pode recompor um novo lote, por uma única vez, submetendo-o a uma nova inspeção, após ter eliminado as unidades de expedição defeituosas. Em caso de uma nova rejeição do lote, são aplicáveis as cláusulas contratuais pertinentes.

7.5 Relatórios dos Ensaios

Os relatórios de ensaios devem conter as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação, além dos requisitos mínimos relacionados a seguir:

- a) nome do ensaio;
- b) nomes da CELG D e do fornecedor;
- c) número e item do Contrato de Fornecimento de Material (CFM);
- d) número da ordem de fabricação ou documento equivalente emitido pelo fornecedor;
- e) data e local do ensaio;
- f) identificação e quantidade dos cabos submetidos a ensaio;
- g) descrição sucinta do processo de ensaio, contendo as constantes, métodos e instrumentos empregados;
- h) valores obtidos (em cada corpo de prova ensaiado);
- i) atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o cabo ensaiado foi aprovado ou não;
- j) memória de cálculo com os respectivos resultados;
- k) nome e assinatura do inspetor da CELG D e do responsável pelo ensaio.

8. APRESENTAÇÃO DE PROPOSTA E APROVAÇÃO DE PROTÓTIPOS

O fornecedor deve apresentar juntamente com a proposta, todos os relatórios de ensaios relacionados no item 6.3.3.

Notas:

- 1) *No caso de licitações nas modalidades de pregão, os documentos técnicos relacionados neste item, são dispensados de apresentação juntamente com a proposta, mas, deverão ser entregues pelo primeiro colocado imediatamente após a licitação, para análise técnica por parte da CELG D. Caso haja desclassificação técnica deste, os demais participantes deverão apresentar a referida documentação de acordo com a solicitação da CELG D.*
- 2) *Os ensaios de tipo devem ter seus resultados devidamente comprovados através de cópias autenticadas dos certificados de ensaios emitidos por órgão oficial ou instituição internacionalmente reconhecida, reservando-se a CELG D, o direito de desconsiderar documentos que não cumprirem este requisito.*

ANEXO A - TABELAS

TABELA 1

TEMPERATURA MÁXIMA NO CONDUTOR

Condições de Operação	Temperatura Máxima no Condutor Cabo isolado com XLPE (°C)
Regime permanente	90
Regime de sobrecarga	130
Regime de curto-circuito	250

TABELA 2

ESPESSURA DA ISOLAÇÃO E TENSÃO ELÉTRICA DE ENSAIO

Seção Nominal (mm ²)	Espessura da Isolação (mm)	Tensão de Ensaio de Centelhamento (kV)	
		C.A.	C.C.
10	1,2	10	16,5
16			
25	1,4	12,5	21
35	1,6	15	24
70	1,8		
95	2,0		
120			

TABELA 3

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ELÉTRICAS DO CONDUTOR FASE

Item	Seção Nominal (mm ²)	Nº de Fios	Encordoamento	Diâmetro Nominal do Condutor (mm)		Diâmetro Nominal do Fio (mm)	Espessura da Isolação (mm)	Resistência Elétrica Máxima em Corrente Contínua a 20°C (Ω/km)
				Mínimo	Máximo			
1	10	7	RN	3,99	4,8	1,36	1,20	3,08
2	16		RC	4,6	5,2	1,70		1,91
3	25		RC	5,6	6,5	2,06		1,20
4	35		RC	6,6	7,5	2,50		0,868
5	70	19	RC	9,3	10,2	2,10	1,80	0,443
6	95		RC	11,0	12,0	2,50	2,00	0,320
7	120		RC	12,5	13,5	2,90		0,253

TABELA 4

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E ELÉTRICAS DO CONDUTOR NEUTRO

Item	Tipo	Seção Nominal (mm ²)	Formação (Nº mínimo de fios)	Encordoamento	Diâmetro Nominal do Condutor (mm)	Resistência Elétrica Máxima em Corrente Contínua a 20°C (Ω/km)	Carga de Ruptura Mínima (daN)
1	CA	10	7	RN	4,08	3,08	168
2		16		RN	5,10	1,91	269
3		25		RN	6,33	1,20	420
4	CAL	35		RN	7,50	0,97	1122
5		70		RN	10,35	0,52	1995

Notas:

- 1) RN – Redondo normal.
- 2) RC – Redondo compactado.

TABELA 5

FORMAÇÃO E MASSAS APROXIMADAS DOS CABOS

Item	Formação do Cabo	Tipo de Neutro	Massa Aprox. (kg/km)
1	1 x 1 x 10 + 10	CA	74
2	1 x 1 x 16 + 16		115
3	2 x 1 x 10 + 10		110
4	2 x 1 x 16 + 16		185
5	3 x 1 x 10 + 10		165
6	3 x 1 x 16 + 16		250
7	3 x 1 x 25 + 25		410
8	3 x 1 x 35 + 35	CAL	490
9	3 x 1 x 70 + 70		890
10	3 x 1 x 95 + 70		1200
11	3 x 1 x 120 + 70		1420

TABELA 6**CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE**

Seção Nominal (mm ²)	Capacidade de Condução de Corrente Temperatura Ambiente 40°C (A)		
	Duplex	Triplex	Quadruplex
10	65	55	44
16	86	73	59
25	-	-	80
35	-	-	100
70	-	-	157
95	-	-	196
120	-	-	229

TABELA 7**PLANO DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS ESPECIAIS**

Comprimento do Cabo (km)		Número de Amostras
Acima de	até (inclusive)	
4	10	1
10	20	2
20	30	3
30	40	4
40	50	5

Nota:

Para CFMs com comprimentos de cabos superiores a 50 km, o número de amostras adicionais pode ser previamente estabelecido, caso não seja deve-se tomar 1 amostra a cada 10 km adicionais.

TABELA 8**PLANO DE AMOSTRAGEM PARA OS ENSAIOS DE RECEBIMENTO**

Tamanho do Lote (*)	Amostragem Dupla Nível de Inspeção II NQA 4%			
	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
até 25	-	5	0	1
26 a 90	1 ^a	8	0	2
	2 ^a	8	1	2
91 a 150	1 ^a	13	0	3
	2 ^a	13	3	4
151 a 280	1 ^a	20	1	4
	2 ^a	20	4	5

(*) Número de carretéis

Notas:

- 1) *Ac – número de aceitação: número máximo de unidades defeituosas que permite aceitar o lote.
Re – número de rejeição: número mínimo de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.*
- 2) *Procedimento para a amostragem dupla: ensaiar um número inicial de unidades igual ao da primeira amostragem obtida na tabela. Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre Ac e Re excluídos estes valores, ensaiar a segunda amostra. O total de unidades defeituosas encontradas depois de ensaiadas as duas amostras deve ser igual ou inferior ao maior Ac especificado para permitir a aceitação do lote.*

TABELA 9

FATORES PARA CORREÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA

Temperatura (°C)	Coeficiente/°C								
	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
5	0,42	0,36	0,32	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14
6	0,44	0,39	0,34	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16
7	0,47	0,41	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18
8	0,50	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21
9	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24
10	0,56	0,51	0,46	0,42	0,39	0,35	0,32	0,29	0,27
11	0,59	0,54	0,50	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,31
12	0,63	0,58	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,38	0,35
13	0,67	0,62	0,58	0,55	0,51	0,48	0,45	0,43	0,40
14	0,70	0,67	0,63	0,60	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46
15	0,75	0,71	0,68	0,65	0,62	0,59	0,57	0,54	0,52
16	0,79	0,76	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59
17	0,84	0,82	0,89	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67
18	0,89	0,87	0,86	0,84	0,83	0,81	0,80	0,78	0,77
19	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,88
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
22	1,12	1,14	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,28	1,30
23	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33	1,37	1,40	1,44	1,48
24	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,52	1,57	1,63	1,69
25	1,34	1,40	1,47	1,54	1,61	1,69	1,76	1,84	1,93
26	1,42	1,50	1,59	1,68	1,77	1,87	1,97	2,08	2,19
27	1,50	1,61	1,71	1,83	1,95	2,08	2,21	2,35	2,50
28	1,59	1,72	1,85	1,99	2,14	2,30	2,48	2,66	2,85
29	1,69	1,84	2,00	2,17	2,36	2,56	2,77	3,00	3,25
30	1,79	1,97	2,16	2,37	2,59	2,84	3,11	3,39	3,71
31	1,90	2,10	2,33	2,58	2,85	3,15	3,48	3,84	4,23
32	2,01	2,25	2,52	2,81	3,14	3,50	3,90	4,33	4,82
33	2,13	2,41	2,72	3,07	3,45	3,88	4,36	4,90	5,49
34	2,26	2,58	2,94	3,34	3,80	4,31	4,89	5,53	6,26
35	2,40	2,76	3,17	3,64	4,18	4,78	5,47	6,25	7,14
36	2,54	2,95	3,43	3,97	4,59	5,31	6,13	7,07	8,14
37	2,69	3,16	3,70	4,33	5,05	5,90	6,87	7,99	9,28
38	2,85	3,38	4,00	4,72	5,56	6,54	7,69	9,02	10,58
39	3,03	3,62	4,32	5,14	6,12	7,26	8,61	10,20	12,06
40	3,21	3,87	4,66	5,60	6,73	8,06	9,65	11,52	13,74

Continuação da TABELA 9

Tempe- ratura (°C)	Coeficiente/°C								
	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23
5	0,12	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06	0,05	0,04
6	0,14	0,13	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,06
7	0,16	0,15	0,13	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08	0,07
9	0,19	0,17	0,15	0,14	0,12	0,11	0,10	0,09	0,08
9	0,21	0,20	0,18	0,16	0,15	0,13	0,12	0,11	0,10
10	0,25	0,23	0,21	0,19	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13
11	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,19	0,18	0,17	0,16
12	0,33	0,31	0,28	0,27	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19
13	0,38	0,35	0,33	0,31	0,30	0,28	0,26	0,25	0,23
14	0,43	0,41	0,39	0,37	0,35	0,33	0,32	0,30	0,29
15	0,50	0,48	0,46	0,44	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36
16	0,57	0,55	0,53	0,52	0,50	0,48	0,47	0,45	0,44
17	0,66	0,64	0,62	0,61	0,59	0,58	0,56	0,55	0,54
18	0,76	0,74	0,73	0,72	0,71	0,69	0,68	0,67	0,66
19	0,87	0,86	0,85	0,85	0,84	0,83	0,83	0,82	0,81
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23
22	1,32	1,35	1,37	1,39	1,42	1,44	1,46	1,49	1,51
23	1,52	1,56	1,60	1,64	1,69	1,73	1,77	1,82	1,86
24	1,75	1,81	1,87	1,94	2,01	2,07	2,14	2,22	2,29
25	2,01	2,10	2,19	2,29	2,39	2,49	2,59	2,70	2,82
26	2,31	2,44	2,57	2,70	2,84	2,99	3,14	3,30	3,46
27	2,66	2,83	3,00	3,19	3,38	3,58	3,80	4,02	4,26
28	3,06	3,28	3,51	3,76	4,02	4,30	4,59	4,91	5,24
29	3,52	3,80	4,11	4,44	4,79	5,16	5,56	5,99	6,44
30	4,05	4,41	4,81	5,23	5,69	6,19	6,73	7,30	7,93
31	4,65	5,12	5,62	6,18	6,78	7,43	8,14	8,91	9,75
32	5,35	5,94	6,58	7,29	8,06	8,92	9,85	10,87	11,99
33	6,15	6,89	7,70	8,60	9,60	10,70	11,92	13,26	14,75
34	7,08	7,99	9,01	10,15	11,42	12,84	14,42	16,18	18,14
35	8,14	9,27	10,54	11,97	13,59	15,41	17,45	19,74	22,31
36	9,36	10,75	12,33	14,13	16,17	18,49	21,11	24,09	27,45
37	10,76	12,47	14,43	16,67	19,24	22,19	25,55	29,38	33,76
38	12,38	14,46	16,88	19,67	22,90	26,62	30,91	35,85	41,52
39	14,23	16,78	19,75	23,21	27,25	31,95	37,40	43,74	51,07
40	16,37	19,46	23,11	27,39	32,43	38,34	45,26	53,36	62,82

TABELA 10

**REQUISITOS FÍSICOS DO COMPOSTO DE POLIETILENO
TERMOFIXO (XLPE) DA ISOLAÇÃO**


Item	Classif. dos Ensaio	Método de Ensaio	Ensaio	Unid.	Requisitos do XLPE
1			Ensaio de tração		
1.1	Especial e Tipo	NBRNM-IEC 60811-1-1	Sem envelhecimento: - resistência à tração, mínimo - alongamento à ruptura, mínimo	MPa %	12,5 200
1.2		NBRNM-IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar sem o condutor: - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$) - duração - variação máxima (A)	$^{\circ}\text{C}$ dias %	135 7 ± 25
1.3		NBRNM-IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar com o condutor: - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$) - duração - variação máxima (A)	$^{\circ}\text{C}$ dias %	150 7 ± 30
1.4		NBRNM-IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar com condutor, seguido de ensaio de dobramento (somente se 1.3 não for exequível): - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$) - duração	$^{\circ}\text{C}$ dias	150 10
2	Especial e Tipo	NBRNM-IEC 60811-2-1	Alongamento a quente: - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$) - tempo sob carga - solicitação mecânica - máximo alongamento sob carga - máximo along. após resfriamento	$^{\circ}\text{C}$ min. MPa % %	200 15 0,20 175 15
3	Tipo	NBRNM-IEC 60811-1-3	Absorção de água: método gravimétrico: - duração da imersão - temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$) - var. máxima permitível de massa	dias $^{\circ}\text{C}$ mg/cm ²	14 85 1
4	Tipo	NBRNM-IEC 60811-1-3	Retração - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$) - duração - retração máxima permitível	$^{\circ}\text{C}$ hora %	130 1 4
5	Especial e Tipo	NBRNM-IEC 60811-4-1	Teor de negro-de-fumo - porcentagem mínima	%	2

(A) Variação: diferença entre o valor mediano de resistência à tração e alongamento à ruptura, após envelhecimento e o valor mediano obtido sem envelhecimento, expressa como porcentagem deste último.

ANEXO B - DESENHOS

DESENHO 1


200

NOME E ENDEREÇO DO FABRICANTE		 <small>DESENROLE NESSE SENTIDO</small>	CÓDIGO DE BARRAS	
DESCRIÇÃO DO PRODUTO:			TENSÃO DE ISOLAMENTO:	
SEÇÃO NOMINAL DOS COND. FASE E NEUTRO:		Nº DE LANCES:	MATERIAL DA ISOLAÇÃO:	
NÚMERO DO CFM:	NORMA:	DATA:	COMP. NOMINAL EFETIVO:	
MASSA BRUTA:	MASSA LIQ.:	LOTE:	Nº DE SÉRIE DA BOBINA:	

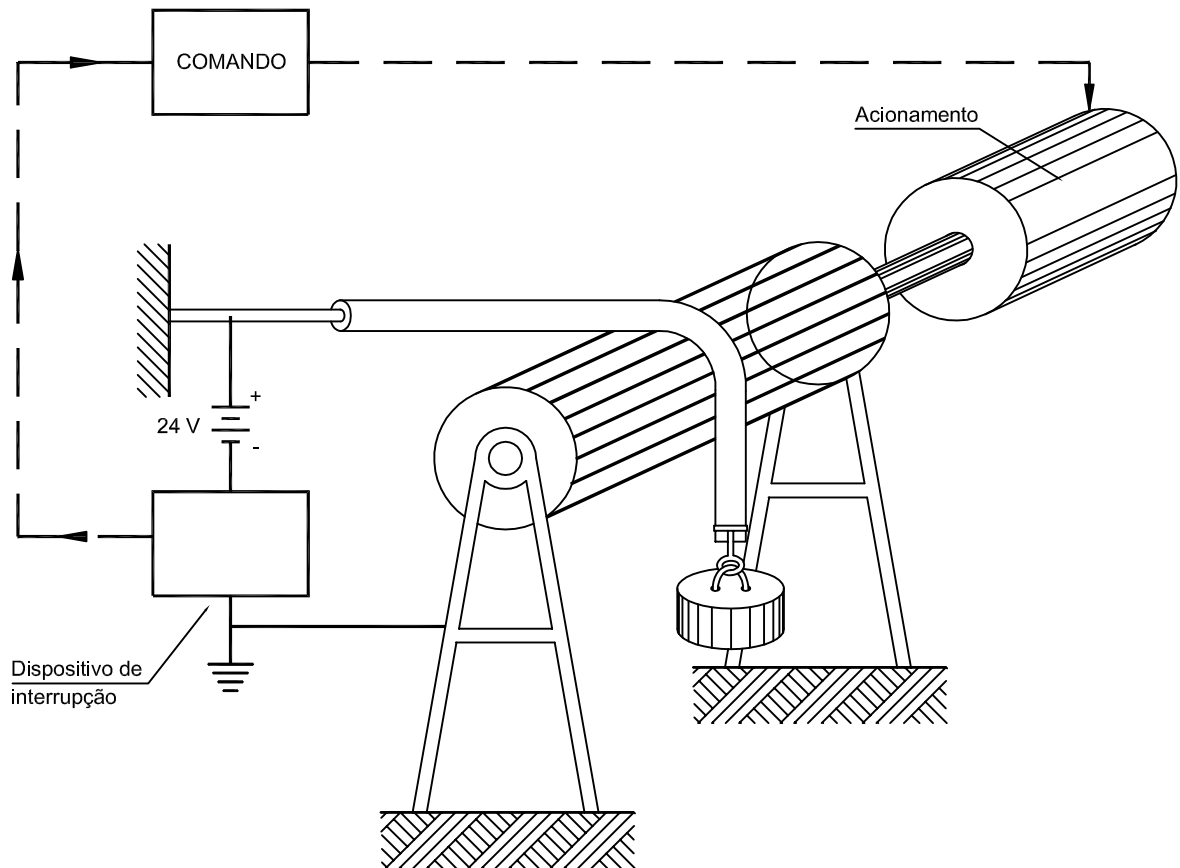
100


NOTAS:

- 1) A placa deve ser fabricada em alumínio anodizado ou material polimérico.
- 2) As dimensões são orientativas.

	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			PLACA DE IDENTIFICAÇÃO DO CARRETEL		
	DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
	ESC.: s / esc.	VISTO:	DATA: OUT/15			
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:	NORMA: NTC-27	REF.:	30	

DESENHO 2



	CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.			EQUIPAMENTO PARA ENSAIO DE RESISTÊNCIA À ABRASÃO		
	DIM.: mm	DES.: DT-SNT	APROV.:			
	ESC.: s / esc.	VISTO:	DATA: OUT/15			
	ELAB.: DT-SNT	SUBST.:		NORMA: NTC-27	REF.:	31

ANEXO C

QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

CABO MULTIPLEXADO AUTOSSUSTENTADO 0,6/1 kV

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

Número da proposta: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA UNIDADE
1.	Tipo do cabo	
2.	Condutores fase	
2.1	Seção nominal	mm ²
2.2	Número de fios formadores	
2.3	Classe de encordoamento	
2.4	Diâmetro do condutor	mm
2.5	Diâmetro do cabo sobre a isolação	mm
2.6	Material da isolação	
2.7	Espessura da isolação	mm
2.8	Têmpera	
2.9	Resistência elétrica em CC a 20°C	Ω/km
2.10	Tensão de isolamento Vo/V	Kv
2.11	Resistência de isolamento a 20°C	MΩ.km
2.12	Tensão aplicada em água durante 5 min.	kV
2.13	Temperaturas:	
2.13.1	de operação em regime permanente	°C
2.13.2	de operação em regime de sobrecarga	°C
2.13.3	em regime de curto-circuito	°C
3.	Mensageiro	
3.1	Material	
3.2	Seção nominal	mm ²
3.3	Número de fios formadores	
3.4	Diâmetro dos fios	mm
3.5	Diâmetro do condutor	mm
3.6	Classe de encordoamento	
3.7	Carga mínima de ruptura	daN
3.8	Resistência elétrica em C.C. a 20°C	Ω/km
4.	Cabo completo	
4.1	Corrente nominal a 40°C	A
4.2	Massa	kg/km
4.3	Massa do cabo mais carretel	kg
4.4	Diâmetro externo	mm
4.5	Passo de encordoamento	mm
4.6	Lance nominal do cabo no carretel	m

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICA UNIDADE
5.	Cópias de todos os relatórios ensaios relacionados no item 6.3.3, aplicados em cabos idênticos aos ofertados. Estes ensaios devem ser realizados em laboratório oficial ou acompanhados por inspetor da CELG D.	

Notas:

- 1) *Se o fabricante tiver protótipo aprovado pela CELG D, não será necessário anexar os relatórios constantes do item 6.3, caso contrário, é obrigatório a apresentação de relatórios de ensaios efetuados em laboratório conforme Nota 6, em cabos idênticos aos ofertadas, sob pena de desclassificação.*
- 2) *O fabricante deve fornecer em sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas.*
- 3) *Erro de preenchimento do quadro poderá ser motivo para desclassificação.*
- 4) *Todas as informações requeridas no quadro devem ser compatíveis com as descritas em outras partes da proposta de fornecimento. Em caso de dúvidas, as informações prestadas no referido prevalecerão sobre as descritas em outras partes da proposta.*
- 5) *O fabricante deve garantir que a performance e as características dos materiais a serem fornecidos estejam em conformidade com as informações prestadas.*
- 6) *Todos os ensaios referidos na Nota 1 devem ser realizados por um dos seguintes órgãos laboratoriais:*
 - governamentais;
 - credenciados pelo governo do país de origem;
 - de entidades reconhecidas internacionalmente;
 - do fornecedor, na presença do inspetor da CELG D.

ANEXO D**COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO****CABO MULTIPLEXADO AUTO-SUSTENTADO 0,6/1 kV**

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

Número da proposta: _____

ITEM	ENSAIO	PREÇO (R\$)
1	Resistência de isolamento à temperatura de operação	
2	Físicos da isolação após envelhecimento artificial em câmara de UV	
3	Tensão elétrica de longa duração	
4	Resistência à abrasão	
	TOTAL	

Nota:

Estes ensaios somente devem ser cotados quando solicitado nos documentos de licitação.

ANEXO E**QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES****Nome do fabricante:** _____**Número da licitação:** _____**Número da proposta:** _____

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESVIOS E EXCEÇÕES

ALTERAÇÕES NA NTC-27

Item	Data	Item da norma	Revisão	Alteração
1	OUT/15	2	2	Normas e Documentos Complementares
2		3		Definições
3		4.4.1		Foi inserido o item Etiqueta de Identificação dos Carretéis
4		4.4.2		Foi inserido o item Etiqueta de identificação dos Rolos
5		4.6		Foi inserido o item Temperatura nos Condutores
6		5.6		Passo de Reunião dos Condutores
7		6.3.1		Ensaio de Recebimento / Rotina
8		TABELA 3		Características Físicas e Elétricas do Condutor Fase
9		TABELA 4		Características Físicas e Elétricas do Condutor Neutro
10		DESENHO 1		Placa de Identificação do Carretel
11		DESENHO 2		Equipamento para Ensaio de Resistência à Abrasão