



NORMA TÉCNICA CELG D

Cabos de Potência com Isolação em EPR, HEPR ou EPR 105 para Tensões de 1 a 35 kV Especificação

NTC-86

CELG DISTRIBUIÇÃO S.A.

SETOR DE NORMATIZAÇÃO TÉCNICA

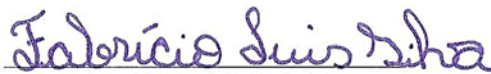
NTC-86

Cabos de Potência com Isolação em EPR, HEPR ou EPR 105 para Tensões de 1 a 35 kV

Especificação


ELABORAÇÃO: Engº Gerson Tertuliano

SUPERVISÃO:




Engº Fabrício Luis Silva
DT-SNT

APROV:


Engº Luiz Flávio N. Rodrigues
DT-DPTN

APROV:


Engº José Divino de Sousa Santos
DT-SPSE

APROV.:


Engº Humberto Eustáquio T. Corrêa
DT
Francisco de Assis Soares
Diretor de Distribuição
DATA: JAN/17

ÍNDICE

<u>SECÃO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.	OBJETIVO	1
2.	NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	2
3.	TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES	4
4.	CONDIÇÕES GERAIS	8
4.1	Condições de Operação	8
4.2	Acondicionamento	8
4.3	Identificação	9
4.4	Documentos Técnicos a Serem Apresentados Juntamente com a Proposta	9
4.5	Garantia	10
4.6	Meio Ambiente	10
5.	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	11
5.1	Condutor	11
5.2	Blindagem do Condutor	11
5.3	Isolação	11
5.4	Blindagem da Isolação	12
5.5	Cobertura e Capa de Separação	12
5.6	Reunião dos Cabos Multipolares	13
5.7	Identificação do Cabo Multipolar	13
6.	INSPEÇÃO E ENSAIOS	15
6.1	Generalidades	15
6.2	Ensaio	16
6.3	Ensaio de Recebimento	17
6.4	Ensaio de Tipo	18
6.5	Ensaio de Controle	20
6.6	Ensaio Durante e Após a Instalação	21
6.7	Descrição dos Ensaio	21
7.	CRITÉRIO DE AMOSTRAGEM	30
8.	ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	31
8.1	Inspeção Visual	31
8.2	Ensaio de Recebimento	31
8.3	Recuperação de Lotes para Inspeção	31
ANEXO A	TABELAS	32
TABELA 1	ESPESSURA PLENA DA ISOLAÇÃO PARA EPR, HEPR E EPR 105 PARA CABOS COM CONSTRUÇÃO BLOQUEADA OU NÃO	32
TABELA 2	RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA PARA CABOS COM TENSÃO DE ISOLAMENTO ATÉ 0,6/1 kV	32

<u>SECÃO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
TABELA 3	RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA PARA CABOS COM TENSÃO DE ISOLAMENTO A PARTIR DE 8,7/15 kV	32
TABELA 4	DIÂMETROS MÍNIMOS DE NÚCLEOS DE CARRETÉIS PARA ACONDICIONAMENTO DE CABOS	33
TABELA 5	TOLERÂNCIAS PARA OS NÚCLEOS DOS CARRETÉIS	33
TABELA 6	VALORES DE TENSÃO CONTÍNUA	33
TABELA 7	VALORES EFICAZES DE TENSÃO ELÉTRICA DE SCREENING ESPESSURA PLENA	34
TABELA 8	FATORES PARA CORREÇÃO DA RESISTÊNCIA DE ISOLAMENTO EM FUNÇÃO DE TEMPERATURA	35
TABELA 9	VALORES DE TENSÃO DE EXPLORAÇÃO E MEDIÇÃO PARA O ENSAIO DE DESCARGAS PARCIAIS ESPESSURA PLENA	36
TABELA 10	VALORES DE TENSÃO PARA ENSAIOS DE FATOR DE PERDAS NO DIELÉTRICO ($\text{tg}\delta$), EM FUNÇÃO DO GRADIENTE MÁXIMO ESPESSURA PLENA	36
TABELA 11	VALORES DE FATOR DE PERDAS NO DIELÉTRICO ($\text{tg}\delta$)	37
TABELA 12	TENSÃO ELÉTRICA SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO	37
TABELA 13	DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE AMOSTRAS	37
ANEXO B	QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS	38
ANEXO C	ENSAIO DE PENETRAÇÃO LONGITUDINAL DE ÁGUA	40
ANEXO D	RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA	43
ANEXO E	COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO	44
ANEXO F	QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES	45

1. **OBJETIVO**

Esta norma estabelece os requisitos mínimos exigíveis para o fornecimento de cabos de potência unipolares ou multipolares, para instalações fixas, com condutor de cobre, com isolamento em borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) e cobertura de composto termoplástico de policloreto de vinila (PVC) ou polietileno (PE) na cor preta, para tensões de 0,6/1 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV e 20/35 kV.

São previstos condutores de cobre com construção bloqueada longitudinal, para cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

2.**NORMAS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES**

ABNT NBR 5111	Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos.
ABNT NBR 5426	Planos de amostragem e procedimentos para inspeção por atributos.
ABNT NBR 5456	Eletricidade geral - Terminologia.
ABNT NBR 5471	Condutores elétricos.
ABNT NBR 6236	Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos.
ABNT NBR 6251	Cabos de potência com isolamento extrudado para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos.
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 7286	Cabos de potência com isolamento extrudado de borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos de desempenho.
ABNT NBR 7294	Fios e cabos elétricos - Ensaio de descargas parciais.
ABNT NBR 7295	Fios e cabos elétricos - Ensaio de capacitância e fator de dissipação.
ABNT NBR 7296	Fios e cabos elétricos - Ensaio de impulso atmosférico.
ABNT NBR 7312	Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais.
ABNT NBR 9311	Cabos elétricos isolados - Classificação e designação.
ABNT NBR 9511	Cabos elétricos - Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento.
ABNT NBR 10299	Cabos elétricos em corrente alternada e a impulso - Análise estatística da rigidez dielétrica.
ABNT NBR 11137	Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas.
ABNT NBR 15443	Fios, cabos e condutores elétricos - Verificação dimensional e de massa.
ABNT NBR NM 280	Condutores de cabos isolados.
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 60811-1-1	Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas.

Notas:

- 1) Poderão ser aceitas propostas para cabos fabricados através de normas diferentes das listadas, desde que essas assegurem qualidade igual ou superior às das mencionadas anteriormente. Neste caso, o proponente deverá citá-las em sua proposta e submeter uma cópia de cada uma à CELG D, indicando claramente os pontos onde as mesmas divergem das correspondentes da ABNT.

- 2) *Tendo em vista o item acima, deve ficar claro que, após apreciação por parte da CELG D, não havendo concordância em relação às normas divergentes apresentadas, o posicionamento final da concessionária será sempre pela prevalência das normas ABNT.*
- 3) *Todas as normas ABNT mencionadas acima devem estar à disposição do inspetor da CELG D no local da inspeção.*
- 4) *Deverá ser usado o Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico) para todo e qualquer fornecimento a ser realizado.*
- 5) *Esta norma foi baseada no seguinte documento:*

ABNT NBR 7286 - Cabos de potência com isolamento extrudada de borracha etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos de desempenho.

3. TERMINOLOGIA E DEFINIÇÕES

Os termos técnicos aqui utilizados devem estar de acordo com as normas ABNT: NBR 5456, NBR 5471 e NBR 6251 e os seguintes:

Cabo

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

Cabo com Isolação Extrudada

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

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.

Cabo de Potência

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

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.

Componentes e Formação dos Cabos:

- Condutor (de um cabo isolado)

Componente do cabo que tem função específica de conduzir corrente elétrica.

- Corda

Componente de um cabo, constituído por um conjunto de fios encordados e não isolados entre si.

- Perna

Corda destinada a ser encordada para formação de cochas, ou formação de uma corda com encordoamento composto.

- Coroa

Conjunto de componentes ou de partes de componentes de um cabo, dispostos helicoidalmente e equidistantes de um centro de referência.

- **Encordoamento**

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

- **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.

- **Passo do Encordoamento**

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

- **Seção Nominal de um Cabo**

Soma das áreas transversais dos fios componentes.

- **Blindagem**

Envoltório condutor ou semicondutor, aplicado sobre o condutor ou sobre o condutor isolado (ou eventualmente sobre um conjunto de condutores isolados) para fins elétricos.

- **Veia**

Condutor isolado componente de um cabo.

- **Enchimento**

Material utilizado em cabos multipolares para preencher os interstícios entre as veias.

- **Amarração**

Elemento colocado sobre um conjunto de veias de um cabo multipolar, para mantê-las firmemente juntas.

- **Acolchoamento**

Material não metálico que protege mecanicamente o componente situado diretamente sob ele, num cabo unipolar ou multipolar.

- **Capa**

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

- **Cobertura**

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

- **Separador**

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

Comprimento nominal

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

Condutor Compactado

Condutor encordoado no qual foram reduzidos os interstícios entre os fios componentes, por compressão mecânica, trefilação ou escolha adequada da forma ou disposição dos fios.

Condutor Encordoado

Condutor constituído por um conjunto de fios dispostos helicoidalmente.

Lance

Unidade de expedição de comprimento contínuo.

Temperatura Máxima no Condutor em Regime de Curto-Circuito

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

Temperatura em Regime de Sobrecarga

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

Temperatura Máxima no Condutor em Regime Permanente

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

Unidade de expedição

Unidade constituída de um rolo, uma bobina ou outra forma de acondicionamento acordada.

Valor Aproximado

Valor utilizado para o cálculo de outros valores dimensionais, não sendo um valor garantido nem objeto de controle.

Valor Fictício

Valor calculado pelo "método fictício", de acordo com a ABNT NBR 6251.

Valor Nominal

Valor pelo qual uma grandeza é designada, empregado geralmente em tabelas. Correspondente ao valor verificado através de medições, levando-se em consideração as tolerâncias especificadas.

4. CONDIÇÕES GERAIS

4.1 **Condições de Operação**

Os cabos devem ser construídos de forma a suportar as seguintes condições normais de serviço:

- temperatura máxima no condutor de 90°C ou 105°C dependendo da classe do cabo, em regime permanente;
- temperatura máxima no condutor de 130°C (para a classe de cabos 90°C) ou 140°C (para a classe de cabos 105°C), em regime de sobrecarga; a operação neste regime não deve superar 100 horas durante 12 meses consecutivos ou 500 horas durante a vida do cabo;
- temperatura máxima no condutor de 250°C, em regime de curto-circuito; a duração deste regime não deve ultrapassar 5 s;
- para utilização ao ar livre, incluindo exposição direta à luz do sol, com contato permanente com galhos e folhas de árvores;
- diretamente enterrados;
- submersos intermitente ou continuamente;
- temperatura ambiente, no interior de câmaras, e ao ar livre, variando de 0°C a 65°C;
- sistema trifásico a 4 fios, com neutro multi-aterrado, 60 Hz, com tensão fase-fase de 380 V;
- sistema trifásico a 3 fios, com neutro, 60 Hz, com tensão fase-fase de 13,8 kV ou trifásico a 3 fios, sem neutro, tensão fase-fase de 34,5 kV;
- suportar operação para estabelecer a conexão ou desconexão de um circuito, com carga e/ou com tensão.

4.2 **Acondicionamento**

4.2.1 Geral

O acondicionamento dos cabos deve ser feito em carretéis de madeira, que devem estar de acordo com a ABNT NBR 11137, de modo a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte e armazenagem. O carretel deve ter resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar o produto.

O material em contato com o cabo não deverá:

- a) reter umidade;
- b) aderir a ele;
- c) causar contaminação.

O acondicionamento normal em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 1500 kg, exceto quando especificado de outra forma no CFM.

As extremidades do cabo devem ser fixadas com firmeza ao carretel e ser vedadas com capuzes termocontráteis.

Nota:

Por ocasião dos ensaios de recebimento, um controle dimensional deve ser feito em cada carretel, para verificar a sua adequação ao solicitado no CFM.

4.2.2 Comprimento dos Lances

Os cabos devem ser fornecidos em lances de acordo com o indicado no CFM, com tolerância de $\pm 3\%$. Adicionalmente, pode-se aceitar até 5% de lances de um lote de expedição que tenham um comprimento mínimo de 50% do lance especificado no CFM.

4.2.3 Requisitos Construtivos dos Carretéis

Os carretéis devem estar de acordo com a ABNT NBR 11137 e atender às seguintes exigências:

- a) a madeira da bobina deverá estar de acordo com a ABNT NBR 6236;
- b) o interior da bobina não deverá ter pontas que possam danificar o cabo;
- c) os pregos usados na manufatura dos discos laterais terão suas cabeças embutidas e suas pontas dobradas e devem ser fixados de dentro para fora;
- d) as bobinas serão cobertas por travessas de madeira, reforçadas por fitas de aços;
- e) as extremidades do cabo serão fixadas à bobina a fim de evitar formação de espaços vazios ou movimento do cabo quando esta for fechada;
- f) suportar os esforços resultantes das operações usuais de lançamento dos cabos.

Nota:

A madeira utilizada na confecção dos carretéis não deve conter substâncias ou produtos que possam agredir o meio ambiente quando do descarte ou reaproveitamento dos carretéis.

4.3 Identificação

Cada carretel deve ser identificado, de forma legível e indelével, com placas de alumínio marcadas em alto relevo ou em sulco, admitindo-se como opção etiquetas de material polimérico, resistente às intempéries.

As placas ou etiquetas devem ser fixadas no lado externo, em ambos os discos laterais, com pregos do tipo helicoidal e devem conter as seguintes informações:

- nome ou logotipo da CELG D;
- nome ou marca comercial do fabricante;
- mês e ano de fabricação;
- identificação completa do cabo (categoria, diâmetro, área da seção transversal em mm^2 , número de fios, etc.);
- número e comprimento de lances na bobina, em metros;
- massa total, em quilogramas;
- número de série da bobina;
- número e quaisquer outras informações específicas no Contrato de Fornecimento de Material (CFM).

4.4 Documentos Técnicos a Serem Apresentados Juntamente com a Proposta

4.4.1 Geral

O fornecedor deve apresentar juntamente com a proposta os documentos técnicos

relacionados a seguir, atendendo aos requisitos especificados na ET-CG.CELG, relativos a prazos e demais condições de apresentação de documentos:

- a) apresentar o Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas total e corretamente preenchido, conforme apresentado no Anexo B;
- b) apresentar os relatórios dos ensaios relacionados nos itens 6.3 e 6.4.

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.*

4.4.2 Documentos Complementares:

- a) plano de inspeção e testes;
- b) cronograma de fabricação;
- c) catálogos e outras informações pertinentes.

4.5 Garantia

A aceitação do pedido de compra implica na aceitação incondicional de todos os requisitos desta norma.

O período de garantia deve ser de 18 meses de operação satisfatória, a contar da data de entrada em operação ou 24 meses a partir da data de entrega, prevalecendo o prazo que primeiro ocorrer.

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

4.6 Meio Ambiente

Em todas as etapas de fabricação, transporte e recebimento dos cabos, devem ser rigorosamente cumpridas as legislações ambientais federal, estaduais e municipais aplicáveis.

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações judiciais decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente, que possam incidir sobre a CELG D, quando derivadas de condutas inadequadas do fornecedor e/ou de seus subfornecedores.

5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

5.1 Condutor

O condutor deve ser de cobre e estar em conformidade com a ABNT NBR 6251 e a ABNT NBR NM 280.

O condutor deve ser constituído por um ou vários fios de cobre, têmpera mole, sem revestimento metálico e deve ser designado por condutor de seção circular, redondo compactado.

Os condutores devem ter encordoamento classe 2, conforme ABNT NBR NM 280.

A superfície do condutor ou dos fios componentes do condutor encordoado não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O condutor pronto não deve apresentar falhas de encordoamento.

5.2 Blindagem do Condutor

A blindagem do condutor, quando necessária deve estar conforme a ABNT NBR 6251.

A blindagem do condutor deve ser obrigatoriamente empregada nos cabos com tensão nominal igual ou superior a 8,7/15 kV.

Deve ser constituída por uma camada extrudada de composto semicondutor termofixo.

A camada deve estar justaposta sobre o condutor, porém facilmente removível e não aderente a este.

A blindagem semicondutora do condutor deve ter espessura média igual ou superior a 0,4 mm e espessura mínima, em um ponto qualquer de uma seção transversal, igual ou superior a 0,32 mm.

5.3 Isolação

A isolação deve ser constituída por composto extrudado, termofixo, a base de copolímero ou terpolímero de etilenopropileno (EPR, HEPR ou EPR 105) e deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento.

As características físicas do material da isolação devem estar de acordo com a ABNT NBR 6251.

Deve ser aderente à blindagem do condutor, de modo que, não permita a existência de vazios entre ambas ao longo de todo o seu comprimento, não aderente a este e facilmente removível.

A espessura nominal da isolação deve estar conforme a ABNT NBR 6251, conforme o tipo de composto utilizado.

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

5.4 Blindagem da Isolação

A parte semicondutora da blindagem da isolação deve ser termofixa e, para tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV, ser extrudada simultaneamente à isolação e à blindagem do condutor em cabeça única, ou seja, em processo de coextrusão em três camadas.

Os materiais empregados na blindagem semicondutora e metálica devem ter suas características físicas de acordo com a ABNT NBR 6251.

A espessura média da camada extrudada, em qualquer ponto de uma seção transversal, deve ser igual a 0,32 mm, sendo sua espessura média igual a 0,4 mm.

As espessuras média e mínima da blindagem semicondutora da isolação devem ser medidas conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1

A parte metálica da blindagem da isolação deve ser aplicada sobre a semicondutora da isolação e constituída por uma camada concêntrica de fios de cobre, não revestidos, ou revestidos quando a cobertura do cabo for constituída por compostos termofixos que contenham agentes agressivos ao cobre nu.

A resistividade máxima do cobre deve ser de 0,018312 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

A seção mínima de fios de cobre da blindagem deve ser de 9,2 mm².

5.5 Cobertura e Capa de Separação

A cobertura deve ser constituída de material termoplástico ou termofixo, conforme ABNT NBR 6251.

As espessuras da cobertura devem ser medidas conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1

As espessuras nominais da cobertura e da capa de separação são dadas, respectivamente, pelas expressões,

- a) $E_c = 0,035 \cdot D + 0,8$ (não deve ser inferior a 1,4 mm, a não ser que a diferença não exceda 0,1 + 15% para aplicação da cobertura em superfície cilíndrica lisa ou 0,2 mm + 20% para aplicação da cobertura em superfície irregular);
- b) $E_s = 0,02 \cdot D_a + 0,6$ (não deve ser inferior a 1,2 mm, a não ser que a diferença não exceda 0,2 mm + 20%).

Onde, D_a e D são, respectivamente, o diâmetro fictício sob a capa de separação e sob a cobertura, em milímetros, calculados conforme ABNT NBR 6251.

O limite de temperatura dos cabos em regime permanente em função do material da cobertura tipo ST2 ou ST7 é 105°C, devendo ser respeitados os limites estabelecidos em 4.1 para os cabos abrangidos por esta norma.

A marcação na cobertura pode ser em alto-relevo, baixo-relevo ou à tinta, para a cobertura termoplástica. No caso de cobertura termofixa a marcação é a tinta. Poderão ser aceitas outros tipos de marcação mediante acordo entre CELG D e fabricante.

A marcação deve ser feita, de modo legível e indelével, em intervalos regulares de 500 mm e conter:

- nome, marca ou logotipo do fabricante;
- número de condutores e seção nominal do(s) mesmo(s), em mm²;
- tensão de isolamento Vo/V, em kV;
- material do condutor, da isolação e da cobertura;
- identificação das fases, no caso de cabos multipolares;
- ano de fabricação;
- número da norma aplicável ao cabo.

Notas:

- 1) *O nome comercial do produto pode ser aceito, em seguida ao nome do fabricante.*
- 2) *As marcações devem estar de acordo com as regulamentações do INMETRO.*
- 3) *O ano de fabricação e outras exigências contratuais podem ser marcados em fita, colocada convenientemente no interior do cabo.*
- 4) *Se a superfície da cobertura for irregular, tal que não permita uma adequada marcação, as informações citadas podem ser marcadas na superfície da capa interna ou de separação ou em fita colocada no interior do cabo.*

5.6 Reunião dos Cabos Multipolares

Nos cabos multipolares as veias devem ser reunidas conforme a ABNT NBR 6251.

O passo de reunião para cabos multipolares deve ser adotado de maneira a permitir que o cabo completo atenda aos requisitos do ensaio de dobramento.

A verificação do passo deve ser feita conforme a ABNT NBR 15443. Não podem ser considerados os comprimentos iniciais das bobinas ou rolo que possam apresentar alterações no passo da reunião.

5.7 Identificação do Cabo Multipolar

Os cabos multipolares devem possuir uma identificação das fases por meio de números ou cores, marcados em intervalos regulares de 50 mm.

As veias devem ser identificadas de acordo com o prescrito na ABNT NBR 6251.

Para identificação de veias por meio de cores, devem ser observadas as seguintes condições, para cabos com tensão de isolamento 0,6/1 kV:

- a) a combinação de cores verde e amarela ou a cor verde devem ser usadas exclusivamente para identificação do condutor de proteção;
- b) uma das veias deve ser azul clara para identificação do condutor neutro ou, no caso da inexistência deste, para identificação de qualquer condutor que não tenha função exclusiva de proteção;

- c) a cor amarela não pode ser usada separadamente, mas apenas na combinação de cores verde e amarela.
- d) a combinação de cores verde e amarela ou verde deve ser usada exclusivamente para identificação do condutor de proteção; a combinação de cores deve ser de maneira tal que sobre quaisquer 15 mm de comprimento de veia, uma destas cores cubra no mínimo 30% e no máximo 70% da superfície.

A superfície externa deve ser marcada em intervalos regulares de até 500 mm, com as seguintes informações:

- nome do fabricante;
- seção transversal do condutor fase;
- material do condutor (cobre) e da isolamento (EPR, HEPR ou EPR 105);
- tensão de isolamento (Vo/V);
- ano de fabricação.

6. INSPECÃO E ENSAIOS

6.1 Generalidades

- a) Os cabos devem ser submetidos a inspeção e ensaios na fábrica, na presença de inspetores credenciados pela CELG D.
- b) A CELG D reserva o direito de inspecionar os cabos 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 as informações desejadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados de procedência de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle.
- c) Antes de serem fornecidos os cabos, um protótipo de cada tipo deve ser aprovado, através da realização dos ensaios de tipo previstos no item 6.4.
- d) Os ensaios para aprovação do protótipo podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da CELG D, se já houver um protótipo idêntico aprovado. Se os ensaios de tipo forem dispensados, o fabricante deve apresentar um relatório completo dos ensaios indicados no item 6.4, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas, referentes ao ensaio do protótipo já aprovado. A eventual dispensa destes ensaios pela CELG D somente terá validade por escrito.
- e) 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 da CELG D).
- f) O fabricante deve assegurar ao inspetor da CELG D o direito de se familiarizar, 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.
- g) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por instituições acreditadas pelo INMETRO e válidos por um período de, no máximo, 1 ano e por ocasião da inspeção, estar ainda dentro do período de validade, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência.
- h) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:
 - não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer os cabos 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, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença. Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

- i) Após a inspeção o fabricante deve encaminhar a CELG D, por lote ensaiado, um relatório completo dos testes efetuados, em 1 via, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela CELG D.
Este relatório deve conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos testes e os resultados obtidos.
- j) 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.
- k) Nenhuma modificação no cabo 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.
- l) A CELG D poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, 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.
- m) Para efeito de inspeção, os cabos devem ser divididos em lotes, devendo os ensaios ser feitos na presença do inspetor credenciado pela CELG D.
- n) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.
- o) A CELG D reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade da CELG D 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 nos seguintes casos:
 - se na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto;
 - se o laboratório de ensaio não atender às exigências dos itens 6.1.e a 6.1.g;
 - se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
 - se o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

6.2 Ensaio

Os ensaios previstos por esta norma são classificados em:

- a) ensaios de recebimento (R e E);
- b) ensaios de tipo (T);
- c) ensaios de controle;
- d) ensaios durante e após a instalação.

Nota:

Antes de qualquer ensaio, deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as

unidades de expedição, para verificar as condições estabelecidas nos itens 4.2 e 4.3.

6.3 Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento são classificados em dois grupos, descritos nos itens 6.3.1 e 6.3.2, respectivamente, definidos como:

- a) ensaios de rotina, item 6.3.1;
- b) ensaios especiais, item 6.3.2.

6.3.1 Ensaios de Rotina

Os ensaios de rotina devem ser feitos sobre todas as unidades de expedição (carretéis) com a finalidade de demonstrar a integridade do cabo.

Os cabos multipolares devem ter todas as suas veias submetidas aos ensaios.

Os ensaios de rotina são os seguintes:

- a) para cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV:
 - resistência elétrica, conforme 6.7.1;
 - tensão elétrica na isolação, conforme 6.7.2;
 - resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme 6.7.3.
- b) para cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV:
 - resistência elétrica, conforme 6.7.1;
 - tensão elétrica de screening na isolação, conforme 6.7.4;
 - descargas parciais, conforme 6.7.5.

Nota:

No caso de cabos multipolares, todas as veias devem ser submetidas aos ensaios de rotina.

6.3.2 Ensaios Especiais

Os ensaios especiais devem ser feitos em amostras de cabo completo, ou em componentes retirados delas, conforme critério de amostragem estabelecido na Tabela 13, visando verificar se o cabo atende às especificações do projeto.

Todos os ensaios especiais, com exceção do previsto em 6.7.10 devem ser feitos para CFMs que excedam 2 km de cabos multipolares ou 4 km de cabos unipolares, de mesma seção e construção. Para CFMs com vários itens de mesma construção e os mesmos materiais componentes apenas com seções diferentes, os ensaios podem ser realizados em um único item, preferencialmente o de maior comprimento. Para CFMs com comprimento de cabos inferiores aos acima estabelecidos o fabricante deve fornecer, se solicitado, um certificado onde conste que o cabo cumpre os requisitos dos ensaios especiais desta norma.

A amostra deve ser constituída por dois comprimentos 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 o ensaio de tensão elétrica de longa duração, o corpo de prova deve ser constituído por 1 único comprimento útil de 0,40 m de cabo.

O ensaio de determinação do fator de perdas no dielétrico ($\text{tg}\delta$) em função do gradiente elétrico máximo no condutor deve ser feito sobre unidade(s) completa(s) de expedição.

Para os cabos multipolares os ensaios e verificações devem ser feitos em todas as veias.

Para o ensaio de conformidade da rigidez dielétrica em corrente alternada por amostragem sequencial, o critério de amostragem deve ser conforme ABNT NBR 10299.

As verificações e os ensaios especiais solicitados por esta norma são:

- a) verificação da construção do cabo, deve ser realizado conforme as condições estabelecidas no item 5;
- b) tração e alongamento na isolação, antes e após o envelhecimento, conforme ABNT NBR 6251;
- c) alongamento a quente na isolação, conforme ABNT NBR 6251;
- d) tração e alongamento na capa de separação (se existir) e cobertura, antes e após envelhecimento, conforme ABNT NBR 6251;
- e) determinação do fator de perdas no dielétrico ($\text{tg}\delta$) em função do gradiente elétrico máximo no condutor, para cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV, conforme item 6.7.6;
- f) tensão elétrica de longa duração para cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV, conforme item 6.7.7;
- g) aderência da blindagem semicondutora da isolação, para cabos a campo radial, conforme item 6.7.8;
- h) conformidade da rigidez dielétrica em corrente alternada por amostragem sequencial, conforme item 6.7.10.

6.4 Ensaios de Tipo

Os ensaios de tipo devem ser realizados com a finalidade de demonstrar o satisfatório comportamento do projeto do cabo, para atender à aplicação prevista. São, por isso mesmo, de natureza tal que não precisam ser repetidos, a menos que haja modificação do projeto do cabo, que possa alterar o seu desempenho. Incluem-se como ensaios de tipo os ensaios de pré-qualificação, conforme ABNT NBR 10299.

Nota:

Modificação do cabo, para os objetivos desta norma, inclui qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no seu desempenho elétrico e/ou mecânico, como por exemplo:

- a) modificação do composto isolante;*
- b) adoção de tecnologia diferente para a blindagem do condutor e/ou da isolação, em função da tensão de isolamento;*

c) utilização de proteções metálicas que possam afetar os componentes subjacentes do cabo.

Esses ensaios devem ser realizados, de modo geral, uma única vez, para cada projeto de cabo. No caso dos ensaios de pré-qualificação, devem ser utilizados os modelos e cabos reais indicados na ABNT NBR 10299.

Os ensaios de tipo, efetuados para os cabos de máxima tensão de isolamento, produzidos pelo fabricante e/ou utilizados pela CELG D, são válidos para os cabos de tensões de isolamento inferiores, desde que certificado pelo fabricante que são empregados a mesma construção e os mesmos materiais. É facultado à CELG D solicitar os ensaios de tipo para cada nível de tensão e isolamento dos cabos adquiridos por ela.

O fabricante ou entidade acreditada pelo INMETRO deve emitir um certificado após realização dos ensaios de tipo. A validade deste certificado condiciona-se à emissão de um documento de aprovação dele pela CELG D, documento este, que pode ser utilizado pelo fabricante, para outros compradores, somente sob autorização do emitente.

O corpo de prova deve ser constituído por um comprimento de 10 a 15 m de cabo completo. A seção recomendada do condutor é de 120 mm².

Os ensaios devem ser efetuados para a tensão de isolamento 0,6/1 kV e para cabos com tensões de isolamento superiores a 8,7/15 kV os ensaios devem ser feitos para a máxima tensão de isolamento produzida pelo fabricante e/ou prevista na ABNT NBR 7286.

Para cabos multipolares, com tensões de isolamento 0,6/1 kV, os ensaios devem ser limitados a não mais que 3 veias. No caso de cabos multipolares com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV, os ensaios devem ser realizados sobre todas as veias.

6.4.1 Ensaios de Tipo Não-Elétricos

As verificações e os ensaios de tipo não elétricos são os seguintes:

- a) verificação da construção do cabo, conforme item 5;
- b) ensaios físicos da blindagem semicondutora, conforme item 5.4;
- c) ensaios físicos da isolação, conforme item 5.3;
- d) ensaios físicos da capa de separação (se existir) e cobertura, conforme item 5.5;
- e) envelhecimento em amostra de cabo completo, para cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV, conforme 6.7.18;
- f) resistência à chama, conforme 6.7.19;
- g) aderência da blindagem semicondutora da isolação, para cabos a campo radial, conforme item 6.7.8;
- h) penetração longitudinal de água, conforme item 6.7.22.

Para os ensaios de tipo, não elétricos, deve-se utilizar um comprimento suficiente de cabo completo, retirado previamente da amostra colhida para os ensaios de tipo elétricos, à exceção do ensaio da alínea b, dos ensaios citados acima, que pode ser realizado em corpos de prova obtidos de placas do material utilizado.

6.4.2 Ensaios de Tipo Elétricos

Os ensaios de tipo elétricos, previstos por esta norma, são os seguintes, devendo ser realizados na respectiva ordem:

- a) para cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV:
 - resistência elétrica, conforme item 6.7.1;
 - resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme item 6.7.3;
 - resistência de isolamento a 90°C, conforme item 6.7.13;
 - tensão elétrica de longa duração, conforme item 6.7.7.

- b) para cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV:
 - resistência elétrica, conforme item 6.7.1;
 - tensão elétrica de screening na isolação, conforme item 6.7.4;
 - descargas parciais, conforme item 6.7.5;
 - dobramento, seguido de ensaio de descargas parciais, conforme item 6.7.14;
 - determinação do fator de perdas no dielétrico ($\text{tg}\delta$), em função do gradiente elétrico máximo no condutor, conforme item 6.7.6;
 - determinação do fator de perdas no dielétrico ($\text{tg}\delta$), em função da temperatura, conforme item 6.7.15;
 - ciclos térmicos, conforme item 6.7.16;
 - tensão elétrica de impulso, seguido de ensaio de tensão elétrica de screening, conforme item 6.7.17;
 - resistividade elétrica das blindagens semicondutoras, conforme item 6.7.21.

Notas:

- 1) *Todos os ensaios devem ser realizados conforme a sequência e no mesmo corpo de prova.*
- 2) *O corpo de prova deve ser constituído por um comprimento de no mínimo 10 m. A seção recomendada do condutor é 120 mm², e a tensão de isolamento deve ser a máxima produzida pelo fabricante e/ou prevista nesta norma.*
- 3) *Para cabos multipolares, os ensaios podem ser realizados somente sobre uma das veias.*

6.4.3 Ensaio de Tipo Complementar

O ensaio de tipo complementar, previsto por esta norma, é o ensaio para determinação do coeficiente por °C para correção da resistência de isolamento, conforme 6.7.20.

6.5 Ensaios de Controle

Estes ensaios devem ser realizados normalmente pelo fabricante, com periodicidade adequada, em matéria prima e semi-elaborados, bem como durante a produção do cabo e após a sua fabricação, com o objetivo de assegurar que os materiais e processos utilizados atendam aos requisitos de projeto cobertos por esta norma.

Todos os ensaios, elétricos e não elétricos, previstos nesta norma, compreendem o grupo de ensaios de controle disponíveis ao fabricante que, a seu critério e necessidade, utiliza para determinada ordem de compra ou lote de produção.

Os resultados obtidos após os ensaios de controle devem ser adequadamente registrados pelo fabricante, sendo parte integrante de seu sistema de qualidade. Este documento deve estar disponível para a CELG D em caso de auditoria de sistema ou de produto.

6.6 Ensaios Durante e Após a Instalação

Estes ensaios são destinados a demonstrar a integridade do cabo e seus acessórios, durante a instalação e após ter sido ela concluída.

Em qualquer ocasião durante a instalação, pode ser efetuado um ensaio de tensão elétrica contínua, de valor igual a 75% do valor dado na Tabela 6, durante 5 minutos consecutivos.

Após a conclusão da instalação do cabo e seus acessórios e, antes destes serem colocados em operação, pode ser aplicada uma tensão elétrica contínua de valor igual a 80% do valor dado na Tabela 6, durante 15 minutos consecutivos.

Após o cabo e seus acessórios terem sido colocados em operação, em qualquer ocasião, dentro do período de garantia, pode ser aplicada uma tensão elétrica contínua de valor igual a 65% do valor dado na Tabela 6, durante 5 minutos consecutivos.

Nota:

Os ensaios em corrente contínua, aplicados a cabos com isolamento extrudada, principalmente de instalações antigas, podem causar o seu envelhecimento precoce ou danos permanentes. A instalação, nestes casos, deve ser ensaiada conforme a seguir:

- a) aplicação da tensão equivalente entre fases do sistema entre o condutor e a blindagem metálica, durante 5 minutos ou;*
- b) aplicação da tensão entre fases e terra do sistema entre o condutor e a blindagem, durante 24 horas.*

6.7 Descrição dos Ensaios

Os subitens seguintes descrevem os ensaios de recebimento e de tipo previstos por esta norma.

6.7.1 Resistência Elétrica

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6814.

A resistência elétrica dos condutores, referida a 20°C, e a um comprimento de 1 km, não deve ser superior aos valores estabelecidos na ABNT NBR NM 280, para condutores de cobre.

6.7.2 Tensão Elétrica na Isolação

Este ensaio deve ser realizado para cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV.

A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor e sua blindagem metálica.

O cabo quando submetido à tensão elétrica alternada, frequência de 48 Hz a 62 Hz, de valor eficaz igual a 3,5 kV, pelo tempo de 5 minutos, não deve apresentar perfuração.

Em alternativa, o último requisito pode ser verificado com tensão elétrica contínua, de valor dado na Tabela 6, pelo tempo de 5 minutos sem apresentar perfuração.

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6881.

Nota:

Os valores de tensão elétrica alternada de ensaio correspondem a 2,5 Vo + 2,0 kV.

6.7.3 Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente

Este ensaio deve ser realizado para todos os cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV.

A resistência de isolamento da(s) veia(s), referida a 20°C, e a um comprimento de 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 MΩ.km;
- K_i = constante de isolamento igual a 3700 MΩ.km;
- D = diâmetro nominal sobre a isolação, em mm;
- d = diâmetro nominal sob a isolação, em mm.

A resistência de isolamento deve ser medida através de tensão elétrica contínua, com valor entre 300 e 500 V, aplicada por tempo mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos.

As conexões do cabo ao instrumento de medição devem ser realizadas de acordo com o indicado para os ensaios de tensão elétrica ou screening, itens 6.7.2 e 6.7.4 respectivamente, conforme tipo de construção do cabo.

O ensaio de resistência de isolamento deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica ou screening, conforme itens 6.7.2 e 6.7.4. No caso do ensaio do item 6.7.2 ter sido realizado com a tensão elétrica contínua, a medição da resistência de isolamento deve ser feita 24 h após ter(em) sido o(s) condutor(es) curto-circuitado(s) com as respectivas blindagens (ou proteções metálicas) ou com a água.

Quando a medição da resistência de isolamento for realizada em temperatura do meio diferente de 20°C, o valor obtido deve ser referido a esta temperatura utilizando os fatores de correção indicados na Tabela 8.

O fabricante deve fornecer previamente o coeficiente por °C a ser utilizado (ver item 6.7.20).

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6813.

Nota:

Quando este ensaio for realizado como ensaio de tipo para cabos não blindados individualmente, a medição da resistência de isolamento deve ser feita com o corpo de prova constituído por veia imersa em água por, pelo menos, 1 h antes do ensaio, tendo sido retirados todos os componentes exteriores à isolação.

6.7.4 Tensão Elétrica de Screening na Isolação

Este ensaio deve ser realizado em cabos com tensão de isolamento igual ou superior a 8,7/15 kV.

A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor e sua blindagem metálica.

Para os cabos unipolares ou multipolares a tensão deve ser aplicada entre o condutor e a blindagem metálica.

O valor eficaz da tensão elétrica aplicada deve corresponder ao calculado com a seguinte fórmula:

$$V = E \cdot Se$$

Sendo, $Se = \frac{d}{2} \cdot \ln \cdot \frac{D}{d}$

$$d = dc + 0,8$$

Onde:

- V = tensão de ensaio, em kV;
- E = gradiente elétrico de ensaio: 12 kV/mm;
- Se = espessura equivalente da veia, em mm;
- dc = diâmetro fictício do condutor, em mm;
- d = diâmetro fictício sob a isolação, em mm;
- D = diâmetro fictício sobre a isolação, em mm.

O valor calculado para a tensão de ensaio deve ser arredondado ao inteiro mais próximo.

O valor eficaz da tensão elétrica alternada, frequência de 48 Hz a 62 Hz, é calculado em função do gradiente elétrico máximo no condutor, pela seguinte fórmula:

$$V = E \cdot Se, \text{ citada em 6.7.4.}$$

Os valores calculados da tensão elétrica constam da Tabela 7.

A tensão elétrica deve ser aplicada durante 15 minutos, sem ocorrer perfuração.

Nota:

Para este ensaio não é prevista alternativa em tensão contínua.

6.7.5 Ensaio de Descargas Parciais

Este ensaio deve ser realizado em cabos a campo radial com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

A tensão elétrica, aplicada entre o condutor e a blindagem da isolação, deve ser elevada gradualmente até atingir o valor da tensão de exploração e em seguida decrescida até o valor da tensão de medição, conforme estabelecido abaixo.

Os cabos multipolares devem ter suas veias ensaiadas individualmente.

O cabo, quando submetido à tensão elétrica alternada, com valores de exploração e medição, conforme parágrafo a seguir, não deve apresentar nível de descarga superior a 3 pC, na tensão de medição. O nível da descarga na tensão de exploração deve ser registrado para informação de engenharia.

Os valores eficazes das tensões elétricas alternadas de exploração e medição, frequência 48 Hz a 62 Hz, constam da Tabela 9 e devem ser calculados conforme item 6.7.4, utilizando-se 7 kV/mm e 6 kV/mm, respectivamente, como valores de gradiente elétrico de ensaio.

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 7294.

6.7.6 Determinação do Fator de Perdas no Dielétrico ($tg\delta$) em Função do Gradiente Elétrico Máximo no Condutor

Este ensaio deve ser realizado em cabos a campo radial com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

O fator de perdas no dielétrico ($tg\delta$) deve ser medido na unidade de expedição.

Os valores eficazes das tensões elétricas alternadas, para os ensaios com frequência de 48 Hz a 62 Hz, constam da Tabela 10, e devem ser calculados conforme item 6.7.4, utilizando-se 2 kV/mm, 4 kV/mm e 8 kV/mm, respectivamente, como valores de gradiente elétrico de ensaio.

Os valores medidos não devem exceder os estabelecidos na Tabela 11.

O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 7295.

6.7.7 Ensaio de Tensão Elétrica de Longa Duração

Este ensaio deve ser realizado em cabos com tensões de isolamento iguais a 0,6/1 kV e deve ser realizado à temperatura ambiente.

Os cabos devem ter corpo de prova constituído por cabo completo e a tensão deve ser aplicada entre condutor(es) e blindagem(ens).

O corpo de prova, quando submetido a tensão elétrica alternada, com frequência de 48 Hz a 62 Hz, de valor eficaz 3 Vo, pelo tempo de 4 h, não deve apresentar perfuração.

O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 6881.

6.7.8 Aderência da Blindagem Semicondutora da Isolação

Este ensaio deve ser realizado nos cabos a campo radial, com blindagem semicondutora da isolação, extrudada.

O corpo de prova previsto no item 6.3.2, deve ter a camada semicondutora da isolação cortada longitudinalmente, até atingir-se levemente a isolação. Um segundo corte paralelo deve ser feito, distante 12 mm do primeiro. Para fixação na máquina de tração, deve-se efetuar uma separação inicial de 50 mm de tira de camada semicondutora entre os cortes longitudinais, mantendo-a em um ângulo de aproximadamente 90° em relação à veia, durante o ensaio. A tira deve ser inserida na garra superior e a veia na garra inferior, adequadamente preparada, da máquina de tração. Submete-se o corpo de prova à tração, aumentando a velocidade, até que a tira se separe da isolação a uma velocidade de 12 mm/s.

Ambas as extremidades do corpo de prova devem ser ensaiadas (em sentidos contrários) sendo as tiras cortadas diametralmente opostas. Cada ensaio é terminado no centro do corpo de prova.

O ensaio deve ser feito à temperatura ambiente, devendo-se registrar a força máxima e mínima de tração, na velocidade especificada, para cada um dos ensaios.

A força necessária para remoção da blindagem semicondutora extrudada da isolação deve estar entre 13 N e 105 N.

Após a retirada da blindagem semicondutora extrudada da isolação, a superfície exposta da isolação não deve apresentar danos, nem existir material semicondutor de difícil remoção.

6.7.9 Ensaios Físicos nos Componentes do Cabo

Os ensaios físicos e seus respectivos métodos e requisitos, são indicados na ABNT NBR 6251.

6.7.10 Conformidade da Rigidez Dielétrica em Corrente Alternada por Amostragem Sequencial

Este requisito deve ser aplicado a cabos a campo radial, com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

Os gradientes de perfuração dos corpos de prova, retirados das amostras de cabos de um lote de fornecimento, devem estar de acordo com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 10299.

A modalidade de ensaio é estabelecida na ABNT NBR 10299.

6.7.11 Verificação da Construção do Cabo

A verificação da construção do cabo deve ser feita de acordo com o item 5.

6.7.12 Ensaios de Pré-Qualificação

Estes ensaios devem ser realizados em cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

Os ensaios devem ser realizados em corpos de prova de cabo modelo D, reproduzindo a tecnologia de fabricação empregada no fornecimento e em amostras de cabo real, conforme indicado na ABNT NBR 10299.

Os corpos de prova devem ser submetidos aos ensaios de rigidez em corrente alternada, de curta e longa duração, conforme procedimentos estabelecidos na ABNT NBR 10299.

A partir desses resultados calculam-se os parâmetros a serem utilizados no estabelecimento dos requisitos, conforme a ABNT NBR 10299.

Os ensaios para determinação da distribuição das tensões de perfuração sob tensão de impulso atmosférico, conforme a ABNT NBR 10299, devem ser realizados e os resultados registrados para informação de engenharia.

6.7.13 Resistência de Isolamento a $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$

Este ensaio deve ser realizado para cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV.

A resistência de isolamento da(s) veia(s) a $(90^\circ \pm 2)^\circ\text{C}$, referida a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a fórmula dada no item 6.7.3,

Os cabos blindados individualmente, podem ter a temperatura no condutor obtida pela colocação do corpo de prova do cabo completo em água ou estufa. O corpo de prova deve ser mantido na água ou estufa, pelo menos por 2 h, à temperatura especificada, antes de efetuar-se a medição. A temperatura no condutor pode também ser obtida através da circulação de corrente pela blindagem metálica individual da(s) veia(s). Neste caso, a temperatura pode ser verificada através da resistência elétrica do(s) condutor(es) ou através da medição da temperatura na superfície da blindagem metálica. A medição deve ser feita após a estabilização térmica do corpo de prova na temperatura especificada.

A medição da resistência de isolamento deve ser feita com tensão elétrica contínua, de valor 300 V a 500 V, aplicada por um tempo mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos.

O comprimento mínimo do corpo de prova deve ser de 5 m.

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6813.

6.7.14 Ensaio de Dobramento

Este ensaio deve ser realizado em cabos a campo radial com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

O corpo de prova à temperatura ambiente deve ser enrolado em um tambor, evitando-se movimentos bruscos, pelo menos por uma volta completa; a seguir deve ser desenrolado e o processo repetido, após girar em 180° o corpo de prova em torno de seu eixo. Este ciclo de operações deve ser repetido mais duas vezes.

O diâmetro do tambor deve corresponder ao raio mínimo de curvatura para instalação, indicado no Anexo D e estabelecido na ABNT NBR 9511, em função do tipo de construção do cabo. É admitida uma tolerância de $\pm 5\%$ sobre o valor calculado.

Após serem completados os três ciclos de dobramento o corpo de prova deve ser submetido ao ensaio de descargas parciais, conforme item 6.7.5.

6.7.15 Determinação do Fator de Perdas no Dielétrico ($\text{tg}\delta$) em Função da Temperatura

Este ensaio deve ser realizado em cabos a campo radial com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

O corpo de prova deve ser aquecido por meio de um dos procedimentos estabelecidos no item 6.7.13, para cabos blindados individualmente.

O fator de perdas no dielétrico ($\text{tg}\delta$) deve ser medido no corpo de prova à temperatura de $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$, com tensão elétrica alternada, com frequência de 48 Hz a 62 Hz, de valor correspondente ao gradiente elétrico máximo no condutor de 2 kV/mm.

Os valores medidos não devem ser superiores aos da Tabela 11.

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 7295.

6.7.16 Ciclos Térmicos

Este ensaio deve ser realizado para cabos a campo radial com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.

O corpo de prova retirado de um comprimento de cabo, respeitando um tempo mínimo de sete dias após a fabricação, deve ser montado em forma de U, observando-se o raio de curvatura mínimo, para instalação, estabelecido na ABNT NBR 9511, em função do tipo de construção do cabo. É permitida a colocação do corpo de prova em um eletroduto não metálico a fim de facilitar a realização do ensaio.

Antes de se iniciar o ensaio, o corpo de prova deve ser submetido à sequência de ensaios de tipo, para cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV, citados em 6.4, com exceção ao ensaio em questão e ao descrito em 6.7.17.

O corpo de prova deve ser submetido durante 30 dias, continuamente, à tensão elétrica alternada, com frequência de 48 Hz a 62 Hz, de valor correspondente ao gradiente elétrico máximo no condutor de 8 kV/mm. Interrupções eventuais devem ser compensadas.

Nas condições indicadas anteriormente, o corpo de prova deve ser submetido a uma corrente elétrica de aquecimento, de modo a atingir a temperatura de $(130 \pm 3)^\circ\text{C}$ no condutor, por um tempo mínimo de 6 h contínuas, a cada dia útil.

No 15º dia e no término do ensaio (30º dia) o corpo de prova deve ser submetido aos ensaios previstos em 6.7.5, 6.7.6 e 6.7.15.

O corpo de prova, antes e após ser submetido a ciclos térmicos sob tensão elétrica, deve atender os requisitos estabelecidos em 6.7.5, 6.7.6 e 6.7.15, e a resistividade elétrica máxima à temperatura de operação das camadas semicondutoras estabelecidas na ABNT NBR 6251.

6.7.17 Tensão Elétrica de Impulso

Este ensaio deve ser realizado nos cabos a campo radial, com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15kV.

O corpo de prova, com o condutor à temperatura de $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$, deve suportar, sem falhas, dez impulsos positivos e dez negativos de tensão, com o valor de crista estabelecido na Tabela 12.

O ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 7296.

Após a realização deste ensaio, o corpo de prova deve ser submetido, à temperatura ambiente, ao ensaio de tensão elétrica de screening, conforme item 6.7.4.

6.7.18 Envelhecimento em Cabo Completo

Este ensaio deve ser realizado em cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV e tem a finalidade de verificar a compatibilidade química entre a isolação e os demais componentes que constituem o cabo.

A amostra deve ser envelhecida em estufa a ar, a uma temperatura de $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$, durante 168 h. Os corpos de prova correspondentes à isolação, capa de separação (quando existir) e cobertura, retirados da amostra do cabo completo após envelhecimento, devem atender aos requisitos de tração e alongamento à ruptura previstos na ABNT NBR 6251. O condutor removido da amostra envelhecida não deve apresentar qualquer evidência de corrosão quando submetido a inspeção visual sem auxílio de qualquer equipamento óptico. Oxidação ou descoloração normal do cobre não devem ser levados em consideração.

6.7.19 Ensaio de Resistência à Chama

Este ensaio deve ser realizado conforme NBR IEC 60332-1.

6.7.20 Ensaio para Determinação de Coeficiente por °C para Correção da Resistência de Isolamento

Este ensaio deve ser realizado, somente quando for previamente solicitado, como exigência adicional.

O corpo de prova deve ser preparado e ensaiado conforme a ABNT NBR 6813, e o coeficiente por °C obtido deve ser aproximadamente igual ao previamente fornecido pelo fabricante.

6.7.21 Ensaio de Resistividade Elétrica das Blindagens Semicondutoras

Este ensaio deve ser realizado conforme ABNT NBR 6251.

6.7.22 Ensaio de Penetração Longitudinal de Água

Este ensaio deve ser realizado somente em cabos com construção bloqueada longitudinalmente.

Durante a realização dos ensaios não deve ocorrer vazamento de água pelas extremidades do corpo de prova através dos interstícios do condutor.

O ensaio deve ser realizado conforme Anexo C.

7. CRITÉRIO DE AMOSTRAGEM

Todas as unidades de expedição devem ser submetidas a todos os ensaios de rotina, exceto as acondicionadas em rolos.

Para cabos com tensão de isolamento de 0,6/1 kV, nas unidades de expedição acondicionados em rolos, adota-se o critério de amostragem conforme a ABNT NBR 5426, com NI = II e NQA = 2,5%, desde que sejam comprovados que nas bobinas de origem tenham sido realizados os ensaios de rotina.

A quantidade de amostras requeridas deve estar de acordo com a Tabela 13

Para o ensaio de tensão elétrica de longa duração de cabos com tensão de isolamento 0,6/1 kV, o corpo de prova deve ser constituído por um único comprimento útil de no mínimo 5 m de cabo.

Para o ensaio de aderência da blindagem semicondutora o corpo de prova de ter um comprimento útil de 0,40 m do cabo.

O ensaio de determinação de perdas no dielétrico deve ser realizado sobre unidades completas de expedição.

Para o ensaio de conformidade da rigidez dielétrica em corrente alternada, deve ser adotado o critério de amostragem conforme a ABNT NBR 10299.

8. ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

Os critérios de aceitação ou rejeição devem estar de acordo com a ABNT NBR 7286.

A aceitação de um lote não invalida qualquer posterior reclamação que a CELG D possa fazer devido a um eventual cabo defeituoso, nem isenta o fabricante da responsabilidade de fornecê-lo de acordo com o CFM e com esta norma.

8.1 Inspeção Visual

Deve ser realizada uma inspeção visual, antes de qualquer ensaio, sobre todas as unidades de expedição, para verificação das condições estabelecidas nos itens 4.2 e 4.3.

Somente as unidades que atendam aos requisitos desta norma devem ser aceitas, podendo ser rejeitadas, de forma individual, e a critério da CELG D, as unidades de expedição que não cumpram as condições estabelecidas em 4.2 e 4.3.

8.2 Ensaios de Recebimento

8.2.1 Ensaios de Rotina

Os ensaios de rotina descritos no item 6.3.1 devem ser aplicados sobre todas as unidades de expedição, aceitando-se somente as unidades que satisfaçam os requisitos especificados.

As unidades de expedição que não cumprirem os requisitos especificados podem ser rejeitadas, de forma individual, a critério da CELG D.

8.2.2 Ensaios Especiais

Os ensaios especiais estabelecidos em 6.3.2 devem ser aplicados sobre todas as amostras obtidas, conforme critérios estabelecidos no mesmo item. Devem ser aceitos os lotes que satisfaçam os requisitos específicos.

Se os ensaios especiais, com exceção do previsto no item 6.7.11, resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, o lote do qual foi retirada a amostra deverá ser rejeitado.

Nos ensaios de verificação da construção do cabo, previstos em 6.7.11, quando resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, dois novos comprimentos suficientes 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 comprimentos de cabo, caso contrário, o lote do qual foi retirada a amostra deverá ser rejeitado.

8.3 Recuperação de Lotes para Inspeção

O fabricante pode recompor um novo lote, por uma única vez, após terem sido eliminadas as unidades de expedição defeituosas, devendo o novo lote ser submetido a nova inspeção. Em caso de nova rejeição, são aplicáveis as cláusulas contratuais pertinentes.

ANEXO A – TABELAS

TABELA 1

ESPESSURA PLENA DA ISOLAÇÃO PARA EPR, HEPR E EPR 105 PARA CABOS COM CONSTRUÇÃO BLOQUEADA OU NÃO

Seção Nominal do Condutor (mm ²)	Espessura da Isolação (mm)			
	Vo/V (kV)			
	0,6/1	8,7/15	12/20	20/35
1,5 e 2,5	1,0	-	-	-
4 e 6	1,0	-	-	-
10	1,0	-	-	-
16	1,0	-	-	-
25	1,2	4,5	-	-
35	1,2	4,5	5,5	-
50	1,4	4,5	5,5	8,8
70 e 95	1,6	4,5	5,5	8,8
120	1,6	4,5	5,5	8,8
150	1,8	4,5	5,5	8,8
185	2,0	4,5	5,5	8,8
240	2,2	4,5	5,5	8,8
300	2,4	4,5	5,5	8,8
400	2,6	4,5	5,5	8,8

TABELA 2

RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA PARA CABOS COM TENSÃO DE ISOLAMENTO ATÉ 0,6/1 kV

Espessura nominal da isolação (mm)		Diâmetro nominal do cabo (mm)	Igual ou menor a 25	Superior a 25 e inferior ou igual a 50	Superior a 50
			x Diâmetro externo nominal do cabo		
-	4	4	4	5	6
4	8	5	5	6	7
8	-	-	-	7	8

TABELA 3

RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA PARA CABOS COM TENSÃO DE ISOLAMENTO A PARTIR DE 8,7/15 kV

Cabos	x Diâmetro Externo do Cabo
Cabos com blindagem de fios de cobre	12
Cabos com armação de fitas planas	14

TABELA 4

**DIÂMETROS MÍNIMOS DE NÚCLEOS DE CARRETÉIS
PARA ACONDICIONAMENTO DE CABOS**

Cabos Isolados Unipolares ou Multipolares	x Diâmetro Externo Nominal do Cabo
Cabos sem capa metálica	
Isolados, não blindados:	
Até 1 kV	10
Acima de 1 kV	12
Com blindagem de fios: (Inclusive condutor concêntrico)	
Coroa	12
Com armação	
fitas ou coroa de fios	16
intertravada	14
trança de fios	14

TABELA 5

TOLERÂNCIAS PARA OS NÚCLEOS DOS CARRETÉIS

Diâmetro Fictício Externo do Cabo ou Sobre a Capa Metálica (mm)	Tolerância para Menos
Igual ou inferior a 15	1 df
Superior a 15	1/2 dt

Notas:

- 1) O diâmetro fictício, *df*, em milímetros, é calculado conforme a ABNT NBR 6251.
- 2) Para cabos aos quais não é previsto o conceito de diâmetro fictício deve ser adotado o diâmetro externo nominal.

TABELA 6

VALORES DE TENSÃO CONTÍNUA

Tensão de Isolamento Vo/V (kV)	0,6/1	8,7/15	12/20	20/35
Tensão de Ensaio (kV)	8,5	53	72	120

Notas:

- 1) Os valores de tensão elétrica contínua de ensaio correspondem a 2,4 (2,5 Vo + 2,0) kV, para os cabos com tensões de isolamento de 0,6/1 kV, e 2,4 x 2,5 Vo para cabos com tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV.
- 2) Os valores correspondentes a tensões de isolamento iguais ou superiores a 8,7/15 kV são utilizados como referência para o cálculo das tensões de ensaio durante e após a instalação, conforme item 6.6.

TABELA 7**VALORES EFICAZES DE TENSÃO ELÉTRICA
DE SCREENING ESPESSURA PLENA**

Seção (mm ²)	Tensão de ensaio (kV)		
	8,7/15	12/20	20/35
35	35	41	-
50	37	43	58
70	39	45	61
95	40	47	65
120	41	48	67
150	42	49	69
185	43	50	71
240	44	52	74
300	45	53	76
400	46	54	79

TABELA 8

**FATORES PARA CORREÇÃO DA RESISTÊNCIA
DE ISOLAMENTO EM FUNÇÃO DE TEMPERATURA**

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

TABELA 9

**VALORES DE TENSÃO DE EXPLORAÇÃO E MEDIÇÃO
PARA O ENSAIO DE DESCARGAS PARCIAIS
ESPESSURA PLENA**

Seção (mm ²)	Tensão de Ensaio (kV)					
	8,7/15		12/20		20/35	
	Expl.	Méd.	Expl.	Méd.	Expl.	Méd.
35	21	18	24	20	-	-
50	22	19	25	21	34	29
70	23	19	26	22	36	31
95	23	20	27	23	38	32
120	24	21	28	24	39	34
150	25	21	29	25	40	35
185	25	21	29	25	42	36
240	26	22	30	26	43	37
300	26	22	31	26	44	38
400	27	23	32	27	46	39

TABELA 10

**VALORES DE TENSÃO PARA ENSAIOS DE FATOR DE PERDAS NO
DIELÉTRICO (tgδ), EM FUNÇÃO DO GRADIENTE MÁXIMO
ESPESSURA PLENA**

Seção (mm ²)	Tensão de Ensaio (kV)								
	8,7/15			12/20			20/35		
	2 kV/mm	4 kV/mm	8 kV/mm	2 kV/mm	4 kV/mm	8 kV/mm	2 kV/mm	4 kV/mm	8 kV/mm
35	6	12	24	7	14	27	-	-	-
50	6	12	25	7	14	29	10	19	39
70	6	13	26	7	15	30	10	20	41
95	7	13	27	8	16	31	11	22	43
120	7	14	27	8	16	32	11	22	45
150	7	14	28	8	16	33	12	23	46
185	7	14	29	8	17	34	12	24	48
240	7	15	29	9	17	34	12	25	49
300	7	15	30	9	18	35	13	25	51
400	8	15	30	9	18	36	13	26	52

TABELA 11

VALORES DE FATOR DE PERDAS NO DIELÉTRICO ($\text{tg}\delta$)

Item	Classificação do Ensaio	Método de Ensaio	Ensaio	Requisitos
01	Especial e Tipo	ABNT NBR 7295	Fator de perdas no dielétrico, em função do gradiente elétrico máximo no condutor, à temperatura ambiente: - Máximo do $\text{tg}\delta$, a 4 kV/mm; - Máximo incremento do $\text{tg}\delta$, entre 2 kV/mm e 8 kV/mm.	200×10^{-4} 25×10^{-4}
02	Tipo		Fator de perdas no dielétrico em função da temperatura a um gradiente elétrico máximo no condutor de 2 kV/mm: - Máximo $\text{tg}\delta$, à temperatura de $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$.	400×10^{-4}

TABELA 12

TENSÃO ELÉTRICA SUPORTÁVEL DE IMPULSO ATMOSFÉRICO

Tensão de Isolamento V_0/V (Valor Eficaz)	Tensão de Ensaio a Impulso V_p (Valor de Crista)
8,7/15	110
12/20	125
20/35	200

TABELA 13

DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE AMOSTRAS

Comprimento do Cabo (km)				
Cabos Unipolares		Cabos Multipolares		Número de Amostras
Superior	Inferior ou Igual a	Superior a	Inferior ou Igual a	
4	20	2	10	1
20	40	10	20	2
40	60	20	30	3
60	80	30	40	4
80	100	40	50	5

Notas:

- 1) O número de amostras é a quantidade de unidades de expedição retiradas do lote sob inspeção.
- 2) Para ordens de compra com comprimentos de cabos superiores, tomar uma amostra a cada 10 km de cabo multipolar ou 20 km de cabos unipolares.

ANEXO B

QUADRO DE DADOS TÉCNICOS E CARACTERÍSTICAS GARANTIDAS

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

Número da proposta: _____

Tipo de cabo: _____

ITEM	DESCRIÇÃO	UNIDADE CARACTERÍSTICA
1.	Dados Gerais do Cabo	
1.1	Nome do fabricante	
1.2	Designação do cabo	
1.3	Tensão de isolamento	
1.4	Norma ABNT	
2.	Condutor	
2.1	Material	
2.2	Seção	mm ²
2.3	Bloqueado	Sim () Não ()
2.4	Número de fios componentes	
2.5	Formação (circular compactado?)	Sim () Não ()
2.6	Classe de encordoamento	
2.7	Diâmetro	mm
3.	Isolação	
3.1	Material	
3.2	Espessura	mm
3.3	Diâmetro sobre a isolação	mm
4.	Blindagem metálica	
4.1	Seção equivalente	mm ²
4.2	Número de fios componentes	
4.3	Diâmetro dos fios	mm
5.	Armação	
5.1	Tipo	
5.2	Quantidade	
5.3	Material	
6.	Cobertura	
6.1	Material	
6.2	Espessura	mm
7.	Acondicionamento	
7.1	Lance	m
7.2	Tipo de carretel	
8.	Massa do Cabo Completo	kg/km
9.	Resistência Elétrica do Condutor em cc a 20°C	MΩ.km
10.	Resistência de Isolamento (Somente para Cabos 0,6/1 kV)	
10.1	Coefficiente por °C para correção da temperatura	
10.2	Constante de isolamento, mínima a 20°C	MΩ.km
11.	Raio Mínimo de Curvatura	
12.	Tensão Elétrica Aplicada Após a Instalação (Mínima)	kV/min

13.	Quando solicitado nos documentos de licitação o fabricante deve anexar à sua proposta, sob pena de desclassificação, cópias de todos os ensaios de tipo, conforme item 6.4, efetuados em cabos idênticos aos ofertados ou o Certificado de Conformidade expedido pelo INMETRO. Estes ensaios devem ser realizados em laboratório oficial ou acompanhados por inspetor da CELG D.	
-----	---	--

Notas:

- 1) *O fabricante deve obrigatoriamente apresentar na sua proposta todas as informações requeridas no Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas, sob pena de inabilitação, caso omita qualquer dado técnico do cabo.*
- 2) *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.*
- 3) *O fabricante deve garantir que a performance e as características dos materiais a serem fornecidos estarão em conformidade com as informações aqui apresentadas.*

ANEXO C

ENSAIO DE PENETRAÇÃO LONGITUDINAL DE ÁGUA

C.1 Objetivo

Este ensaio verifica o comportamento do bloqueio do condutor e da blindagem metálica, quanto à penetração longitudinal de água em cabos até 35 kV, com construção bloqueada.

O equipamento necessário para realização do ensaio é apresentado a seguir:

- tubo com bocais (ver Figura 1);
- equipamento de pressurização AR/N₂ ou coluna de água;
- solução de água (potável) a 0,01% de fluoresceína ou Rhodamin;
- fonte variável de corrente alternada, para aquecimento do condutor;
- amperímetro de corrente alternada;
- medidor de temperatura e seus acessórios.

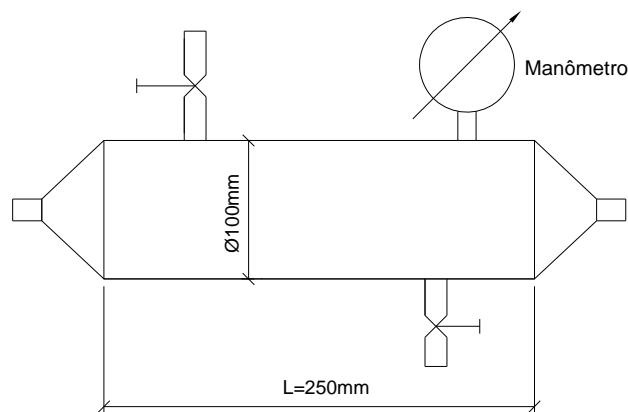


Figura 1

C.2 Ensaio de Penetração de Água pelo Bloqueio do Condutor

O corpo de prova deve ser constituído por um comprimento de 3 m de veia de cabo unipolar ou multipolar.

O corpo de prova é submetido a um condicionamento mecânico, por meio de dobramento de pelo menos uma volta completa ao redor de um tambor com diâmetro $20(d+D) + 5\%$, sendo:

d = diâmetro do condutor, em mm;
D = diâmetro da amostra.

Nota:

O condicionamento mecânico pode ser omitido se for efetuado somente o ensaio de penetração de água no condutor.

Na parte central do corpo de prova deve ser removido da isolação e blindagens semicondutoras um anel de 5 cm de largura, de modo que o condutor fique exposto. As demais preparações complementares, referentes às conexões, amostra de referência, sensor de temperatura, vedações e montagem do equipamento de aquecimento devem ser as mesmas indicadas para o ensaio de bloqueio da blindagem metálica. Nas extremidades do condutor devem ser montados conectores, para aplicação da corrente de aquecimento (ver Figura 2).

Deve ser usado, como referência para medição e controle da temperatura no condutor, um comprimento de 2 m do mesmo. O sensor de temperatura deve ser inserido no condutor de referência por meio de perfuração por broca de diâmetro igual ao do sensor.

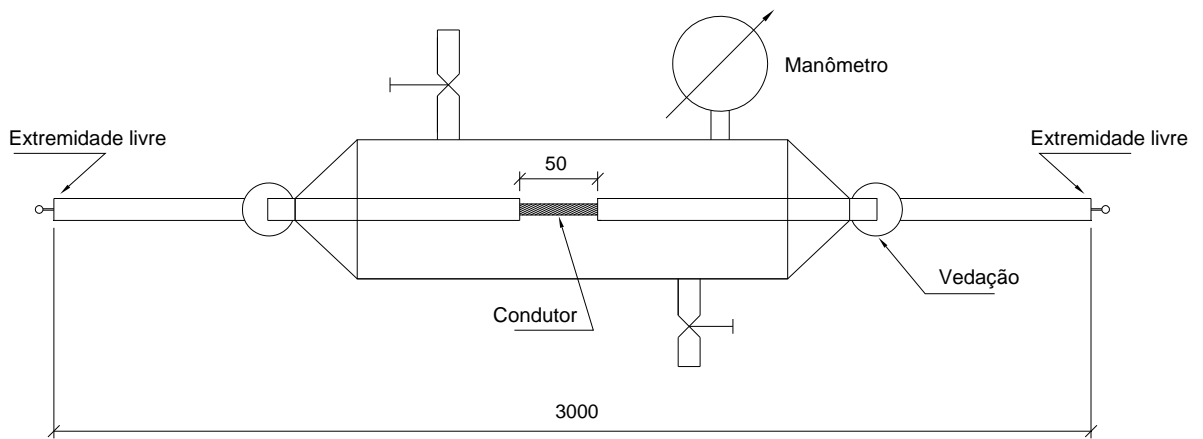


Figura 2

O corpo de prova a ser submetido ao ensaio de penetração de água deve ser colocado no tubo e devem ser efetuadas as vedações com fita auto-aglomerante ou equivalente. O conjunto deve ser disposto conforme a Figura 3.

O tubo deve ser preenchido com água à temperatura ambiente e pressurizado de 50 kPa. Em seguida, o corpo de prova deve ser submetido a três ciclos térmicos de 2 h à temperatura estabilizada de $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ e 4 h sob resfriamento natural.

Após a aplicação dos ciclos térmicos, a temperatura no condutor deve ser elevada a $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ e mantida nessa temperatura durante 2 h ininterruptas.

No momento em que for desligado o aquecimento, o tubo deve ser preenchido com água e pressurizado a 50 kPa, mantendo essa condição durante 24 h, drenando-se a água em seguida.

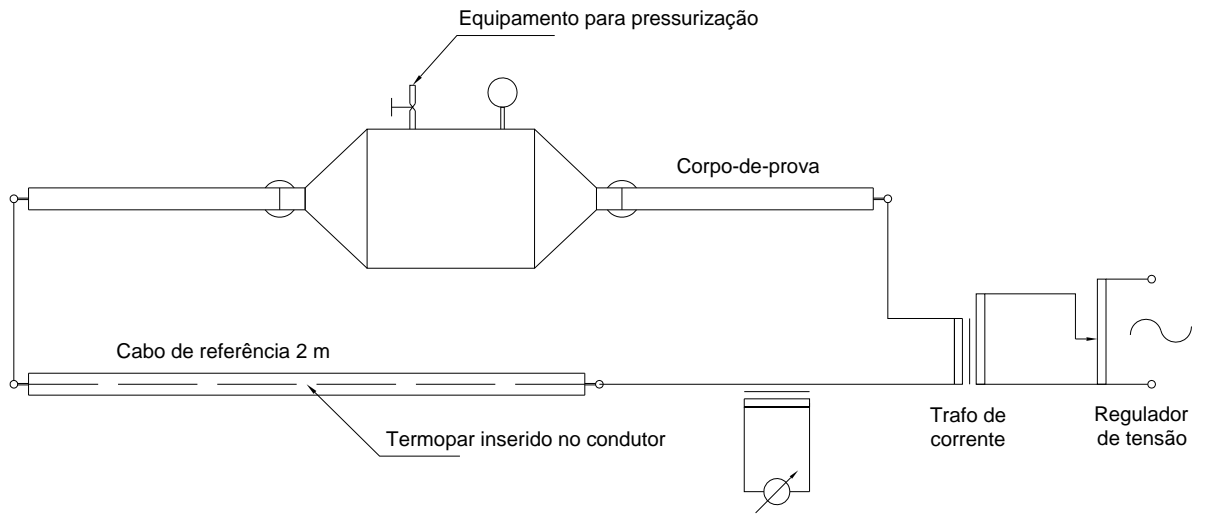


Figura 3

C.3 Resultados

O cabo é considerado bloqueado longitudinalmente quando não flui água pelas extremidades do corpo de prova.

ANEXO D

RAIOS MÍNIMOS DE CURVATURA

D.1 Raio Mínimo de Curvatura para Instalação Permanente de Cabos

O raio mínimo de curvatura refere-se à instalação permanente dos cabos.

Para períodos de instalações sujeitas a tensionamentos em percursos de curvatura, são recomendados raios de curvaturas maiores.

Os cabos unipolares e multipolares, sem capa metálica, sem blindagem metálica e sem armação metálica, têm seus raios mínimos de curvaturas estabelecidos na Tabela 2.

Para os cabos com armação intertravada, não blindados, o raio mínimo de curvatura deve ser 7 vezes o diâmetro externo nominal do cabo, tendo seus outros valores na Tabela 2.

O raio mínimo de curvatura, no caso de armação com fitas planas ou fios, deve ser de 12 vezes o diâmetro externo nominal do cabo, exceto armação de trança.

Para cabos com blindagem de fitas, o raio mínimo de curvatura deve ser de 12 vezes o diâmetro externo nominal do cabo.

Os cabos blindados com coroa de fios, individual ou coletiva, combinada ou não com fita metálica descontínua, devem ter um raio mínimo de curvatura de 12 vezes o diâmetro externo nominal do cabo.

D.2 Diâmetros Mínimos de Núcleos de Carretéis para Acondicionamento de Cabos

Os diâmetros mínimos de núcleos de carretéis devem estar de acordo com a Tabela 4. Para uma condição mais segura, deve-se utilizar o maior fator aplicável ao cabo.

Os carretéis devem estar de acordo com ABNT NBR 11137, exceto os casos específicos, que podem resultar em dimensões maiores que as padronizadas.

Para uma diferença de diâmetro nominal de núcleo do carretel inferior ao calculado, consultar Tabela 5.

Nota:

Os cabos com capa metálica protegida somente com cobertura termoplástica, o “diâmetro externo nominal” é o diâmetro nominal sobre a capa metálica. Para os demais cabos, o diâmetro externo nominal sobre a cobertura.

ANEXO E

COTAÇÃO DE ENSAIOS DE TIPO

Nome do fabricante: _____

Número da licitação: _____

Número da Proposta: _____

Tipo de cabo: _____

ITEM	ENSAIO	PREÇO (R\$)
1	Resistência elétrica	
2	Resistência de isolamento à temperatura ambiente	
3	Resistência de isolamento a 90°	
4	Tensão elétrica de longa duração	
5	Tensão elétrica de screening na isolação	
6	Descargas parciais	
7	Dobramento, seguido de ensaio de descargas parciais	
8	Determinação do fator de perdas no dielétrico (tgδ), em função do gradiente elétrico máximo no condutor)	
9	Determinação do fator de perdas no dielétrico (tgδ), em função da temperatura	
10	Ciclos térmicos	
11	Tensão elétrica de impulso, seguida de ensaio de tensão elétrica de screening	
12	Resistividade elétrica das blindagens semicondutoras	
13	Ensaio físicos da blindagem semicondutora	
14	Ensaio físicos da isolação	
15	Ensaio físicos da capa de separação (se existir) e cobertura	
16	Envelhecimento em amostra de cabo completo, para cabos com tensões de isolamento 0,6/1 kV	
17	Resistência a chama	
18	Aderência da blindagem semicondutora da isolação, para cabos a campo radial	
19	Penetração longitudinal de água	

Nota:

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

ANEXO F**QUADRO DE DESVIOS TÉCNICOS E EXCEÇÕES****Nome do fabricante:** _____**Número da licitação:** _____**Número da Proposta:** _____**Tipo de cabo:** _____

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

REFERÊNCIA	DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESVIOS E EXCEÇÕES