

**SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO****SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO**

---

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0082	CABOS DE POTÊNCIA UNIPOLARES ISOLADOS DE MÉDIA TENSÃO PARA REDES SUBTERRÂNEAS	1/30

---

**1. FINALIDADE**

Esta Especificação estabelece critérios e exigências técnicas mínimas, aplicáveis à fabricação e ao recebimento de cabos isolados com compostos termofixos (EPR/XLPE), seção métrica, a serem utilizados nas redes subterrâneas do sistema elétrico da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D, com tensões nominais de 13,8 kV e 23,1 kV.

**2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO**

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria de Distribuição, Núcleos e Unidades, fabricantes, fornecedores de materiais, empreiteiras, empreendedores e demais órgãos usuários.

**3. ASPECTOS LEGAIS**

- a) NBR 6251;
- b) NBR 7286;
- c) NBR 7287;
- d) IEC 60502-2.

**4. CONCEITOS BÁSICOS**

Para os efeitos desta Especificação, devem ser adotadas as definições da NBR 6251, NBR 7286, NBR 7287 e da IEC 60502-2.



## 5. DISPOSIÇÕES GERAIS

### 5.1. Condições Gerais

Os cabos serão instalados em dutos e câmaras subterrâneas sujeitas a inundações e completa submersão, ou diretamente enterrados no solo. Os cabos devem ser adequados para operar nas seguintes condições de serviço:

- a) ambiente com temperatura variando de  $-5^{\circ}\text{C}$  a  $45^{\circ}\text{C}$  (média de  $30^{\circ}\text{C}$ ), bastante favorável ao desenvolvimento de fungos e à corrosão acelerada;
- b) sistemas trifásicos a quatro fios, multi e solidamente aterrados, com tensão nominal entre fases de 13,8 e 23,1 kV, 60 Hz, conforme NBR 6251.

### 5.2. Dados Técnicos

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerá esta Especificação, as Normas da ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas e os relatórios técnicos da ABRADDEE – Associação Brasileira das Empresas de Energia Elétrica.

Os casos não previstos nesta Especificação, em que haja necessidade de estudos complementares, deverão ser encaminhados ao Departamento de Engenharia e Planejamento do Sistema Elétrico – DPEP, Divisão de Engenharia e Normas – DVEN.

Para fornecimento, o fabricante deve possuir certificado técnico de ensaios da marca do produto ofertado, conforme E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos.

Certificação Técnica dos Cabos:

- a) os certificados técnicos de ensaios são emitidos pelo Departamento de Engenharia e Planejamento do Sistema Elétrico – DPEP, através da Divisão de Engenharia e Normas – DVEN, conforme a E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto, após análise dos ensaios de projeto e tipo do equipamento, verificando a conformidade dos resultados com os requisitos exigidos pelas especificações da Celesc D;
- b) o certificado não garante a qualidade do processo de fabricação, devido a fatores inerentes ao processo que só podem ser analisados nos ensaios de recebimento do material. Portanto, esse certificado não exime, sob hipótese alguma, a realização dos ensaios de recebimento e inspeção por parte da Celesc D;



- c) esses certificados, quando solicitados, deverão ser apresentados, obrigatoriamente, juntamente com a proposta do lote em que for vencedora, na versão original ou em fotocópia autenticada;
- d) a Celesc D recomenda que os ensaios de tipo sejam realizados com amostras do cabo de seção igual a 120 mm<sup>2</sup>. Os ensaios poderão ser realizados para outras seções de condutores, mediante acordo entre o fabricante e a Celesc D;
- e) os ensaios de tipo devem ser realizados para cada classe de tensão de isolamento prevista nesta Especificação;
- f) os ensaios devem ser realizados para cada material utilizado para a isolação (XLPE e/ou EPR).

### 5.3. Acabamento

Os fios de alumínio 1350 e de cobre do condutor devem ter diâmetro uniforme e acabamento isento de fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões e outros defeitos que possam comprometer o desempenho do produto.

A isolação deve ser homogênea, contínua e concêntrica, ficar perfeitamente justaposta sobre a blindagem do condutor, ser de fácil remoção e não aderente a esta.

As blindagens semicondutoras devem ser aplicadas pelo processo de tripla extrusão (em conjunto com a isolação) com vulcanização contínua a seco, de modo a manter íntimo contato com as superfícies do condutor e da isolação, porém não aderentes e de fácil remoção pelo processo a frio.

A blindagem metálica deve ser eletricamente contínua, isenta de quaisquer imperfeições.

A cobertura deve ser na cor preta, homogênea, concêntrica, contínua e apresentar superfície lisa, isenta de trincas, porosidades e materiais estranhos ou contaminantes.

### 5.4. Identificação

A cobertura dos cabos deve receber, ao longo de todo o seu comprimento, uma marcação legível e indelével, em intervalos máximos de 500 mm, com as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;



- b) tensão de isolamento (Vo/V), em quilovolts;
- c) número de condutores e a seção em mm<sup>2</sup> (1 x seção (mm<sup>2</sup>));
- d) material do condutor – (Al ou Cu), da isolação (XLPE ou EPR) e da cobertura (PE – ST7 ou PVC – ST2);
- e) mês e ano de fabricação;
- f) número da norma de referência do cabo;
- g) opcional – código para rastreabilidade do material;
- h) opcional – marcação do comprimento em metros

#### 5.5. Acondicionamento

O condicionamento dos cabos deve atender à E-141.0001 – Padrão de Embalagens, e ao descrito a seguir.

Os cabos devem ser embalados em carretéis, adequados ao transporte rodoviário, aéreo, ferroviário ou marítimo, ao armazenamento ao tempo e às operações usuais de manuseio.

As extremidades dos cabos devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou com fita autoaglomerante, com uma camada de revestimento de fita adesiva de PVC resistente às intempéries, a fim de se evitar a penetração de umidade durante o manuseio, o transporte e o armazenamento.

Os carretéis devem:

- a) ser isentos de defeito e/ou materiais que possam vir a danificar mecânica e quimicamente os cabos e ter resistência adequada quando exposto a intempéries;
- b) a madeira utilizada para a construção dos carretéis deve seguir a NBR 6236, com durabilidade mínima de 60 meses;
- c) estar com as dimensões de acordo com a NBR 11137;



- d) possuir o diâmetro externo do tambor calculado de acordo com a NBR 9511;
- e) as cintas de aço para embalagem e envolvimento final das bobinas devem ser conforme NBR 6653;
- f) ter massa bruta não superior a 2600 kg.

Os cabos devem ser fornecidos em lances nominais de 400 m (mínimo) e 1000 m (máximo) ou conforme Pedido de Compra, obedecendo ao limite de peso acima e permitindo-se uma tolerância de  $\pm 2\%$ .

Para o total do comprimento indicado no Pedido de Compras, é permitida uma tolerância de -1%.

Cada carretel deve conter apenas um lance de cabo.

Os carretéis devem ser identificados de forma legível e indelével, com as seguintes informações:

- a) nome do fabricante;
- b) país de origem;
- c) material e têmpera dos fios do condutor;
- d) tipo de construção;
- e) raio mínimo para dobramento;
- f) seção nominal do condutor em  $\text{mm}^2$ ;
- g) material da isolação (XLPE/EPR), da cobertura e tensão de isolamento ( $V_0/V$ );
- h) comprimento do cabo em metros;
- i) massa bruta e líquida em kg;



- j) número do Pedido de Compra;
- k) número de série da bobina;
- l) dimensões do carretel;
- m) número da norma ABNT aplicável;
- n) número do código Celesc D de suprimento do material (Código SAP MM);
- o) seta indicando o sentido de rotação para desenrolar e a frase “DESENROLE NESTE SENTIDO”;
- p) nome da “Celesc D”.

Notas:

- 1) A identificação dos carretéis deve ser feita, através de placas de alumínio em alto ou baixo relevo ou poliméricas resistentes as intempéries e a radiação ultravioleta e fixada em ambos os discos laterais.
- 2) Os discos laterais dos carretéis devem ser marcados, com uma seta indicando o sentido do desenrolamento do cabo, bem como a frase mencionada na alínea “n”. A seta indicativa do sentido de desenrolar não deve fazer parte da placa de identificação.
- 3) O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos carretéis e anexar à nota fiscal, uma relação descritiva do conteúdo individual de cada um.
- 4) O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente ao despachante indicado pela Celesc D, e a própria, cópia da relação mencionada na nota 3.
- 5) Outros carretéis poderão ser fornecidos mediante acordo prévio com a Celesc D.



## 5.6. Condições Específicas

### 5.6.1. Condutor

Os fios de alumínio 1350 que formam o condutor devem ter:

- a) têmpera mínima H14, de acordo com a NBR 5118;
- b) condutividade mínima de 61% IACS, a 20°C;
- c) resistência mínima à tração de 11,5 daN/mm<sup>2</sup>, antes do encordoamento.

Os fios de Cobre que formam o condutor devem ter:

- a) têmpera mole, de acordo com a NBR 5111;
- b) resistividade máxima deve ser de 0,017241 Ω mm<sup>2</sup>/m, a 20°C;
- c) alongamento de acordo com a NBR 5111.

O condutor deve:

- a) apresentar características construtivas de acordo com a Tabela 1;
- b) ser de seção circular, compactado, com encordoamento classe 2, e atender aos demais requisitos indicados na NBR NM 280;
- c) ser bloqueado isto é, ter os interstícios do cabo preenchidos ao longo do seu comprimento, com a finalidade de conter a migração longitudinal de água no seu interior – construção bloqueada longitudinal.

### 5.6.2. Isolação

A camada isolante deve ser constituída por um composto termofixo extrudado de borracha etileno-propileno (EPR ou EPR105) ou de polietileno reticulado (XLPE ou XLPE-TR) para os cabos 8,7/15 kV e 15/25 kV.



A isolação deve apresentar as seguintes características físicas:

- a) ter espessura plena de acordo com Tabela 1;
- b) atender aos requisitos físicos indicados nas Tabelas 2 e 3;
- c) suportar as seguintes temperaturas máximas no condutor:
  - em regime permanente: 90°C;
  - em regime de sobrecarga de curta duração: 130°C;
  - em regime de curto-circuito: 250°C.

Os requisitos elétricos da isolação devem estar de acordo com as Tabelas 3 e 6. A resistência de isolamento não deve ser inferior ao valor calculado pela seguinte expressão:

$$R_i = K_i \cdot \log (D/d)$$

Onde:

$R_i$  = resistência de isolamento em M.ohm.Km, referida a 20°C a um comprimento de 1 Km de cabo. Para temperaturas diferentes de 20°C, o fabricante deve fornecer uma tabela de fatores de correção para os valores de  $R_i$ .

$K_i$  = constante de isolamento, indicada na Tabela 4.

$D$  = diâmetro sobre a isolação, em mm.

$d$  = diâmetro sob a isolação, em mm.

### 5.6.3. Blindagem Semicondutora

Tanto o condutor quanto a isolação devem ser blindados por distintas camadas semicondutoras extrudadas, de material compatível com o material da isolação.

Os requisitos físicos das camadas semicondutoras devem estar de acordo com o indicado na Tabela 4.





As blindagens semicondutoras do condutor e da isolação devem 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.

#### 5.6.4. Blindagem Metálica

Deve ser aplicada sobre a blindagem semicondutora da isolação, de forma helicoidal ou zigue-zague, uma camada concêntrica de fios de cobre, protegidos quimicamente contra a ação dos materiais sintéticos do cabo.

A blindagem metálica da isolação deve:

- a) ser construída por fios de cobre com resistividade máxima de  $0,018312 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ , a  $20^\circ\text{C}$ ;
- b) a seção total dos fios deve ser especificada para cada aplicação do cabo, sendo esta estipulada no Pedido de Compra e, quando não mencionada, deve ter a seção mínima igual a  $10 \text{ mm}^2$ ;
- c) excepcionalmente para os cabos de cobre com seção de  $35 \text{ mm}^2$  a seção total dos fios deve ser igual ou superior a  $6 \text{ mm}^2$ ;
- d) para projetos onde a corrente de curto é elevada como saídas de subestações transformadoras, o fabricante deve consultar a Celesc D para o levantamento dos parâmetros necessários ao dimensionamento da seção da blindagem metálica.

#### 5.6.5. Cobertura

A cobertura deve ser constituída por composto a base de polietileno termoplástico, tipo ST7, adequado para temperatura no condutor, menor ou igual a  $90^\circ\text{C}$ .

Somente para os cabos de cobre de  $35 \text{ mm}^2$ , quando solicitado no pedido de compra poderá ter a cobertura a base de policloreto de vinila termoplástico, tipo ST2, adequado para temperatura no condutor, menor ou igual a  $90^\circ\text{C}$ , com as características físicas de acordo com a NBR 6251.

Os requisitos físicos da cobertura devem estar de acordo com a Tabela 5.

A cobertura deve ter espessura nominal, em mm, conforme a seguinte expressão:



$$E_c = 0,035 \times D + 0,8$$

Onde:

$E_c$  = espessura de cobertura.

$D$  = diâmetro fictício sob a cobertura, em mm, calculado conforme o Anexo B da NBR 6251.

## 5.7. Ensaios

### 5.7.1. Geral

O cabo isolado unipolar a ser fornecido, conforme esta Especificação, estará sujeito à inspeção e ensaios pela Celesc D e, antes do primeiro fornecimento, o fabricante deve comprovar que o cabo satisfaz as exigências desta Especificação, por meio da realização dos ensaios de tipo, de acordo com a E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto.

Os ensaios previstos nesta Especificação são classificados em recebimento e tipo e devem ser realizados às expensas do fabricante, com exceção de ensaios realizados durante e após a instalação que, se executados pelo fabricante, devem ser objeto de prévio acordo entre a Celesc D e o fabricante.

Os ensaios de tipo são realizados com a finalidade de demonstrar o comportamento do projeto do cabo isolado unipolar. Deverão ser repetidos quando houver modificação do projeto do cabo que possa alterar o seu desempenho.

Entende-se por modificação do projeto do cabo qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico e/ou mecânico do cabo, como por exemplo, modificações nos seus materiais, compostos de matérias-primas e componentes.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios de instituições oficiais ou independentes pertencentes à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio ([www.inmetro.gov.br](http://www.inmetro.gov.br)). Em comum acordo com o DPEP/DVEN da Celesc D, os ensaios de tipo poderão ser realizados em laboratórios rastreados pela Rede Brasileira de Calibração – RBC, conforme a E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto, ou nos laboratórios das instalações do fornecedor, desde que, neste caso tenha a presença do inspetor da Celesc D.

Para o uso dos laboratórios das instalações do fabricante, os certificados de calibração dos instrumentos utilizados durante os ensaios, tanto de tipo quanto de recebimento, deverão ser



apresentados ao inspetor da Celesc D.

Quando os ensaios de tipo, já certificados pelo fabricante e aprovados pela Celesc D, forem solicitados novamente pela Celesc D, para uma determinada ordem de compra, o importe destes deve ser objeto de acordo comercial. Se o fato gerador da nova solicitação for de responsabilidade do fabricante, os ensaios devem ser realizados às suas expensas.

Quando os ensaios de tipo já tiverem sido realizados em cabos de mesmo projeto, a Celesc D a seu critério, poderá, mediante análise dos relatórios de ensaios apresentados pelo fabricante, dispensar nova realização de algum ou de todos os ensaios de tipo. Esses relatórios deverão ser de ensaios realizados em laboratório reconhecido pela Celesc D.

Todos os ensaios de recebimento devem ser executados nas instalações do fabricante, na presença de um inspetor da Celesc D (em caso de contratação de laboratório externo, deve haver aprovação prévia da Celesc D). Este deve ainda propiciar ao inspetor, as suas expensas, pessoal habilitado a prestar informações e realizar os ensaios e livre acesso aos laboratórios, equipamentos, instrumentos, instalações fabris e de acondicionamento de matéria-prima e material acabado, enfim todos os meios necessários que lhe permitam verificar se o material oferecido está de acordo com esta Especificação.

As normas técnicas, especificações e desenhos necessários às realizações dos ensaios deverão estar no local da inspeção e à disposição do inspetor da Celesc D.

A Celesc D deve ser comunicada com, no mínimo, 15 dias de antecedência, a data em que o lote referente ao Pedido de Compra estiver pronto para a inspeção.

A aceitação de um determinado lote e/ou a dispensa da execução de qualquer ensaio, não eximem o fornecedor da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação e não invalidam qualquer reclamação posterior da Celesc D a respeito da qualidade do material.

No caso da Celesc D dispensar a inspeção, o fabricante deve fornecer cópia dos resultados dos ensaios de rotina e certificado dos ensaios de tipo, de acordo com os requisitos desta Especificação.

A Celesc D se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Neste caso, as despesas serão de responsabilidade da Celesc D se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção e do fabricante, em caso contrário.

A Celesc D se reserva o direito de enviar inspetor devidamente credenciado no momento que julgar necessário, com o objetivo de inspecionar qualquer etapa de fabricação dos cabos isolados unipolares, bem como acompanhar os ensaios de rotina, devendo o fornecedor



garantir ao inspetor da Celesc D o livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação, ensaios e de acondicionamento.

Os ensaios de tipo e recebimento estipulados nesta Especificação não invalidam por parte do fabricante, a realização de outros ensaios que julgue necessários ao controle de qualidade do cabo.

Os ensaios aqui especificados compreendem a execução de todos os ensaios de recebimento e, quando exigido pela Celesc D, dos ensaios de tipo.

A aceitação do lote, e/ou dispensa de execução de qualquer ensaio:

- a) não eximem o fabricante da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta Especificação;
- b) não invalidam qualquer reclamação posterior da Celesc D a respeito de 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 Especificação, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

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 Celesc D, a rejeição tornar impraticável a entrega do material nas datas devidas, ou se tornar evidente que o fabricante não será capaz de satisfazer as exigências estabelecidas nesta Especificação, a Celesc D se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e de obter o material de outro fornecedor. Em tais casos, o fabricante será considerado infrator de contrato e estará sujeito às penalidades aplicáveis.

Todas as unidades de produtos rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídos por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Celesc D. Tais unidades correspondem aos valores apresentados na coluna “AC” da Tabela 7.

O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante.

A Celesc D se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso, as despesas serão de responsabilidade:



- a) da Celesc D, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção;
- b) do fabricante, em caso contrário.

Para inspeção fora do território nacional, o fabricante deverá custear as despesas com transporte aéreo de 2 inspetores da Celesc D, no trajeto compreendido entre Florianópolis e o local de inspeção.

#### 5.7.2. Ensaio de Recebimento

Os ensaios de recebimento constituem-se em:

- a) ensaios de rotina (R);
- b) ensaios especiais (E).

##### 5.7.2.1. Inspeção Geral

Antes de serem efetuados os ensaios, deve ser feita uma inspeção geral para verificar:

- a) características gerais do cabo;
- b) identificação do cabo;
- c) acondicionamento e marcação dos carretéis;
- d) comprimento do cabo em cada carretel.

##### 5.7.2.2. Ensaio de Rotina – R

Os seguintes ensaios de rotina (R) devem ser realizados de acordo com os procedimentos apresentados nas NBR 7286 e NBR 7287.

- a) resistência elétrica;
- b) tensão elétrica;



- c) descargas parciais.

Todas as unidades de expedição devem ser submetidas a todos os ensaios de rotina.

### 5.7.2.3. Ensaio Especiais – E

Os ensaios especiais devem ser realizados de acordo com os procedimentos apresentados nas respectivas Normas: NBR 7286 e NBR 7287.

- a) verificação da construção do cabo (dimensões e partes componentes);
- b) ensaio de alongamento a quente na isolação, conforme NBR 6251;
- c) ensaio de tração na cobertura, conforme NBR 6251;
- d) ensaio de aderência da blindagem semicondutora da isolação;
- e) ensaios de tração na isolação, antes e após o envelhecimento, conforme NBR 6251;
- f) ensaio de determinação do fator de perdas no dielétrico (tg delta), em função do gradiente elétrico máximo no condutor;
- g) ensaio de conformidade da rigidez dielétrica em corrente alternada por amostragem sequencial, desde que tenha sido solicitado a pré-qualificação, conforme NBR 10299.

Os ensaios especiais, “a”, “b”, “c” e “d” devem ser realizados para qualquer pedido de compra, com exceção do previsto na alínea “g”, os ensaios das alíneas “e” e “f” devem ser feitos para ordens de compra que excedam 4.000 metros de cabos unipolares, de mesma seção e construção.

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

Para pedidos de compra com comprimento de cabos inferiores aos acima estabelecidos, o fabricante deve fornecer um certificado em que conste que o cabo cumpre os requisitos dos ensaios especiais desta Especificação.



### 5.7.3. Ensaaios de Tipo

A Celesc D pode exigir a execução dos ensaios de tipo (T) conforme relacionados a seguir.

#### 5.7.3.1. Ensaaios Elétricos Conforme Procedimentos das NBR 7286 e NBR 7287

Os ensaios elétricos devem ser realizados de acordo com os procedimentos apresentados nas respectivas Normas: NBR 7286 e NBR 7287.

- a) ensaio de dobramento seguido do ensaio de descargas parciais;
- b) ensaio de determinação do fator de perdas no dielétrico (tg delta) em função do gradiente elétrico máximo do condutor;
- c) ensaio de determinação do fator de perdas no dielétrico (tg delta) em função da temperatura;
- d) ensaio de resistência elétrica;
- e) ensaio de ciclos térmicos;
- f) ensaio de tensão elétrica de impulso, seguido do ensaio de tensão elétrica *screening*;
- g) ensaio de tensão elétrica de *screening*;
- h) ensaio de descargas parciais;
- i) ensaio de resistividade elétrica das blindagens semicondutores, conforme NBR 6251.

#### 5.7.3.2. Ensaaios Físicos Conforme Procedimento das NBR 7286 e NBR 7287

Os ensaios físicos devem ser realizados de acordo com os procedimentos apresentados nas respectivas Normas: NBR 7286 e NBR 7287.

- a) verificação da construção do cabo;



- b) ensaios físicos da blindagem semicondutora conforme NBR 6251;
- c) ensaios físicos da isolação, conforme NBR 6251;
- d) ensaios físicos de cobertura, conforme NBR 6251;
- e) ensaio de resistência à chama;
- f) ensaio da aderência da blindagem semicondutora da isolação;
- g) ensaio de penetração longitudinal de água.

#### 5.7.4. Relatório dos Ensaios

Os relatórios dos ensaios devem conter as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) número do pedido de compra;
- c) descrição sucinta dos ensaios;
- d) indicação de normas técnicas, instrumentos e circuitos de medição;
- e) memórias de cálculos, com resultados e eventuais observações;
- f) tamanho do lote, número e identificação das unidades (carretéis) amostradas e ensaiadas;
- g) datas de início e fim dos ensaios;
- h) nome do laboratório onde os ensaios foram executados (quando for o caso);
- i) anexar a ficha técnica de produção do cabo;
- j) nome e assinatura do inspetor da Celesc D e do responsável pelos ensaios.





O material não será liberado pelo inspetor da Celesc D enquanto não lhe forem entregues 3 vias dos relatórios dos ensaios.

## 5.8. Planos de Amostragem

### 5.8.1. Inspeção Geral e Ensaios Elétricos

O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e de rejeição para a inspeção geral e ensaios elétricos devem estar de acordo com a Tabela 7.

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

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

A quantidade total de carretéis defeituosos deve ser levada à Tabela 7, que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

A comutação do regime de inspeção ou qualquer outra consideração adicional devem ser feitas de acordo com as recomendações da NBR 5426 ou da ISO 2859.

### 5.8.2. Ensaio Especiais

O comprimento e a quantidade de corpos de prova, bem como os critérios de aceitação e de rejeição para os ensaios especiais, devem estar de acordo com as NBR 7286 e NBR 7287.

## 6. DISPOSIÇÕES FINAIS

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em partes, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto às eventuais alterações.

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar:

- a) E-141.0001 – Padrão de Embalagens;



- b) E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produto;
- c) NBR 5111 – Fios de cobre nus de seção circular para fins elétricos – Especificação;
- d) NBR 5118 – Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos – Especificação;
- e) NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento;
- f) NBR 6236 – Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos;
- g) NBR 6243 – Choque térmico para fios e cabos elétricos – Método de ensaio;
- h) NBR 6251 – Cabos de potência com isolamento sólida estrudada para tensões de 1 a 35 KV – Construção – Padronização;
- i) NBR-6653 – Fitas de Aço para Embalagem – Especificação;
- j) NBR 7286 – Cabos de potência com isolamento sólida estruturada de borracha etileno – propileno (EPR) para tensões de 1 a 35 KV – Especificação;
- k) NBR 7287 – Cabos de potência com isolamento sólida estruturada de polietileno reticulado (XLPE) tensões de 1 a 35 KV – Especificação;
- l) NBR 7300 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistividade volumétrica – Método de ensaio;
- m) NBR 7307 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de fragilização – Método de ensaio;
- n) NBR 9511 – Cabos elétricos – Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento;
- o) NBR-11137 – Carretéis de Madeira para o Acondicionamento de Fios e Cabos Elétricos – Padronização;
- p) NBRNM 280 – Condutores de cabos isolados;



- q) NBRNM-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;
- r) NBRNM-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;
- s) NBRNM-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 – Ensaio de absorção de água – Ensaio de retração;
- t) NBRNM-IEC 60811-1-4 – Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 4: Ensaio a baixas temperaturas;
- u) NBRNM-IEC 60811-2-1 – Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos – Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos – Capítulo 1: Ensaio de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral;
- v) NBRNM-IEC60811-3-1 – Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos – Parte 3: Métodos específicos para os compostos de PVC – Capítulo 1: Ensaio de pressão a altas temperaturas – Ensaio de resistência à fissuração;
- w) NBRNM-IEC60811-3-2 – Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos – Parte 3: Métodos específicos para os compostos de PVC – Capítulo 2: Ensaio de perda de massa – Ensaio de estabilidade térmica;
- x) NBRNM-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;
- y) IEC 60502-2 – Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (UM=1,2 kV) up to 30 kV (UM=36 kV) – PART 2: Cables for rated voltages from 6 kV (UM=7,2 kV) up to 30 30 kV (UM=36 kV);



- z) ASTM D 746 – Test method for brittleness temperature of plastics and elastomers by impact.

Notas:

- 1) É permitida a utilização de normas de outras organizações, desde que elas assegurem qualidade igual ou superior à das normas relacionadas e não contrariem a presente Especificação. Se forem utilizadas outras normas, elas deverão ser citadas nos documentos de proposta e, caso a Celesc D julgue necessário, o proponente deverá enviar uma cópia das mesmas.
- 2) Todas as normas referidas deverão estar à disposição do inspetor da Celesc D, no local da inspeção.

## 7. ANEXOS

### 7.1. Tabelas

### 7.2. Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas

### 7.3. Controle das Revisões

### 7.4. Histórico de Revisões

7.1 Tabelas

Tabela 1 – Características Construtivas dos Cabos

TENSÃO DE ISOLAMENTO $V_0/V$		kV	8,7/15						15/25					
CONDUTOR	Material		Cu	Al						Cu	Al			
	Seção nominal	mm <sup>2</sup>	35	50	70	120	240	400	35	50	70	120	240	
	Formação (número de fios)	un	7-c	7-c	19-c	19-c	37-c	61-c	7-c	7-c	19-c	19-c	37-c	
	Diâmetro nominal	mm	6,95	8,07	9,65	12,73	17,9	23,06	6,95	8,07	9,65	12,73	17,90	
	Resistência ôhmica máxima a 20°C-CC	Ω/Km	0,524	0,641	0,443	0,253	0,125	0,0778	0,524	0,641	0,443	0,253	0,125	
ISOLAÇÃO	Espessura nominal Plena	mm	4,5						6,8					
	Diâmetro nominal sobre a isolação	mm	17,1	19,0	19,8	24,0	30,0	35,0	22,1	22,8	24,5	27,6	33,0	
COBERTURA	Material da Cobertura		ST2	ST7						ST2	ST7			
	Espessura nominal	mm	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	1,7	1,7	1,7	1,8	2,0	
	Diâmetro externo nominal	mm	22,5	24,0	25,5	29,0	34,5	44,2	27,0	29,0	30,5	34,0	40,0	
Massa do cabo completo	Kg/Km	820	680	800	1053	1597	2246	995	958	1063	1346	1942		
Código SAP MM			5320	16977	13807	16396	15090	13806	5436	5268	18174	25375	18173	

## Notas:

- 1) C = condutor redondo, encordado e compactado.
- 2) Formações do condutor distintas das indicadas nesta Tabela são admissíveis mediante consulta prévia à Celesc D, visto que causam alterações nos desconectáveis e acessórios previstos nas conexões.
- 3) Tolerância para os diâmetros nominais de +/- 0,5 mm.
- 4) As massas são orientativas, não sendo objeto de inspeção.

**Tabela 2 – Requisitos Físicos dos Compostos da Isolação**

Item	Método de ensaios	Ensaio	Unidade	Requisitos Isolação		
				EPR	EPR 105	XLPE
1		Ensaio de tração				
1.1	NBR NM IEC 60811-1-1	Sem envelhecimento:				
		- resistência à tração mínima	MPa	4,2	8,2	12,5
		- alongamento à ruptura mínimo	%	200	150	200
1.2	NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar sem o condutor:				
		- temperatura (tolerância + - 3°C)	°C	135	145	135
		- duração	dias	7	7	7
		- variação máxima <sup>(A)</sup>	%	± 30	± 30	± 25
1.3 <sup>(B)</sup>	NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar com o condutor:				
		- temperatura (tolerância ± 3°C)	°C	150	150	150
		- duração	dias	7	7	7
		- variação máxima <sup>(A)</sup>	%	± 40	± 40	± 30
1.4 <sup>(B)</sup>	NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar com o condutor, seguido de ensaio de dobramento (somente se 1.3 não for exequível):				
		- temperatura (tolerância ± 3°C)	°C	150	150	150
		- duração	dias	10	10	10
1.5	NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em bomba a ar:				
		- pressão (tolerância ± 0,02 Mpa)	Mpa	0,55	0,55	-----
		- temperatura (tolerância ± 1°C)	°C	127	127	-----
		- duração	h	40	40	-----
		- variação máxima <sup>(A)</sup>	%	± 30	± 30	-----
2	NBR NM IEC 60811-2-1	Resistência ao ozona:				
		- concentração (em volume)	%	0,025 a 0,030		-----
		- duração sem fissuração	h	24	24	-----
3	NBR NM IEC 60811-2-1	Alongamento a quente:				
		- temperatura (tolerância ± 30°C)	°C	250	200	200
		- tempo sob carga	min	15	15	15
		- sollicitação mecânica	MPa	0,2	0,2	0,2
		- máximo alongamento sob carga	%	175	175	175
		- máximo alongamento após resfriamento	%	15	15	15
4	NBR NM IEC 60811-1-3	Absorção de água: método gravimétrico				
		- duração da imersão	dias	14	14	14
		- temperatura (tolerância ± 2°C)	°C	85	85	85
		- variação máxima permissível de massa	mg/cm <sup>2</sup>	5	5	1
5	NBR NM IEC 60811-1-3	Retração				
		- temperatura (tolerância ± 3°C)	°C	-----	-----	130
		- duração	h	-----	-----	1
		- retração máxima permissível	%	-----	-----	4

<sup>(A)</sup> Variação: diferença entre o valor mediano de resistência à tração e alongamento à ruptura, obtido após o envelhecimento, e o valor mediano obtido sem o envelhecimento, expresso por porcentagem, deste último.

<sup>(B)</sup> Este ensaio não é obrigatório, devendo ser considerado apenas para informação de engenharia.



Tabela 3 – Requisitos Elétricos para os Compostos Isolantes EPR E XLPE

Item	Método de ensaios	Ensaio	Unidade	Requisitos	
				EPR / EPR 105	XLPE
1	NBR 6813	Resistividade volumétrica:	$\Omega \cdot \text{cm}$		
		- a 20°C		$10^{15}$	$10^{15}$
		- à máxima temperatura em regime permanente		$10^{12}$	$10^{12}$
2	NBR 6813	Constante de isolamento:	M $\Omega \cdot \text{Km}$		
		- a 20°C		3700	3700
		- à máxima temperatura em regime permanente		3,7	3,7
3	NBR 7295	Fator de perdas no dielétrico, em função da tensão elétrica, à temperatura ambiente:	$10^{-4}$		
		- máximo (tg delta) a 4 kV/mm		200	40
		- máximo incremento do (tg delta), entre 2 kV/mm e 8 kV/mm		20	20
4	NBR 7295	Fator de perdas no dielétrico, em função da temperatura a 2 kV/mm	$10^{-4}$		
		- máximo (tg delta) à temperatura de regime permanente		400	80



Tabela 4 – Requisitos Físicos da Blindagem Semicondutora

Item	Método de ensaio	Ensaio	Unidade	Requisitos
				Termofixo
1		Ensaio de tração <sup>(A)</sup>		
1.1	NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar:		
		- temperatura (tolerância <sup>(c)</sup> )	°C	135
		- duração	h	168
		- alongamento à ruptura mínimo	%	100
2	NBR 7307	Temperatura de fragilização máxima	°C	-10
3	NBR 7300	Ensaio Elétrico <sup>(B)</sup>		
		Resistividade elétrica máxima em função da temperatura:		
3.1		blindagem do condutor a 90°C	Ω.cm	100.000
3.2		blindagem da isolação: à temperatura ambiente e de operação	Ω.cm	50.000

(A) Válidos somente para camadas semicondutoras extrudadas.

(B) Válidos para camadas semicondutoras extrudadas e enfaixadas.

(C) ± 2°C, para temperatura de ensaio de 100°C, e ±3°C, para temperatura de ensaio de 135°C.



Tabela 5 – Requisitos Físicos dos Compostos para Cobertura

Item	Método de ensaio	Ensaio	Unidade	Requisitos	
				ST7	ST2
1		Ensaio de tração			
1.1	NBR NM IEC 60811-1-1	Sem envelhecimento:			
		- resistência a tração mínima	MPa	12,5	12,5
		- alongamento à ruptura mínimo	%	300	150
1.2	NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar:			
		- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	110	100
		- duração	dias	10	7
		- alongamento à ruptura mínimo	%	300	150
		- variação máxima	%	$\pm 25$	$\pm 25$
2	NBR NM IEC 60811-4-1	Teor de negro-de-fumo			
		- percentual mínimo	%	2	
3	NBR 6239	Ensaio de deformação a quente			
		- temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$	110	90
		- máxima profundidade de penetração	%	50	50
4	NBR 7105	Perda de massa em estufa a ar			
		- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$		100
		- duração	dias		7
		- máxima perda admissível	$\text{mg}/\text{cm}^2$		1,5
5		Comportamento a baixas temperaturas			
5.1	NBR 6247	Dobramento a frio: para diâmetros $\leq 12,5\text{mm}$			
		- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$		-15
5.2	NBR 6247	Alongamento a frio: para diâmetros $> 12,5\text{mm}$			
		- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$		-15
5.3	NBR 6243	Resistência ao impacto a frio			
		- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$		-15
6	NBR 6243	Choque Térmico			
		- temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ )	$^{\circ}\text{C}$		150
		- duração	h		1

Tabela 6 – Tensões para Ensaios Elétricos de Isolação

Seção mm <sup>2</sup>	Tensão para ensaio de descargas parciais (kV)				Tensão para ensaio de impulso atmosférico (kV de crista)	
	8,7/15 kV		15/25 kV		8,7/15 kV	15/25 kV
	Exploração	Medição	Exploração	Medição		
35	21	18	26	22	110	150
50	22	19	29	25		
70	23	19	30	26		
120	24	21	33	28		
240	26	22	36	31		
400	27	23	38	32		

Tabela 7 – Plano de Amostragem Dupla Normal

Tamanho do lote	Nível de inspeção II, NQA = 2,5%					
	Primeira amostra			Segunda Amostra		
	Unidades a ensaiar	AC1	RE1	Unidades a ensaiar	AC2	RE2
02 a 08	2	0	1	-	-	-
09 a 15	3	0	1	-	-	-
16 a 25	5	0	1	-	-	-
26 a 50	8	0	1	-	-	-
51 a 90	8	0	2	8	1	2
91 a 150	13	0	2	13	1	2
151 a 280	20	0	3	20	3	4
281 a 500	32	1	4	32	4	5

AC1 – Número de unidades defeituosas encontradas na primeira amostra que permite aceitar o lote.

RE1 – Número de unidades defeituosas encontradas na primeira amostra que permite rejeitar o lote.

Obs. 1: Quando o número de unidades defeituosas estiver entre Ac1 e RE1, deve ser ensaiada a segunda amostra de tamanho igual a primeira.

AC2 – Número de unidades defeituosas encontradas na segunda amostra que permite aceitar o lote.

Re2 – Número de unidades defeituosas encontradas na segunda amostra que permite rejeitar o lote.

Obs. 2: os corpos de prova devem ter comprimentos suficientes para a realização do ensaio e deve-se desprezar o primeiro metro da extremidade das amostras.



## 7.2 Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas

Cabos de potência com isolamento termofixa para média tensão:

- Nome do fabricante:

- Marca e modelo:

- Número de concorrência e/ou coleta e/ou pregão:

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS/ UNIDADES
1.	CONDUTOR	
1.1	Material	
1.2	Seção	mm <sup>2</sup>
1.3	Formação (número de fios compactados)	
1.4	Têmpera	
1.5	Classe de encordoamento	
1.6	Diâmetro do condutor	
1.7	Resistência elétrica a 20°C - CC	M.ohm/km
2.	ISOLAÇÃO	
2.1	Material / temperatura máxima em regime permanente no condutor	/°C
2.2	Espessura	mm
2.3	Cor	
2.4	Diâmetro do cabo sobre a isolação	mm
2.5	Diâmetro do cabo sob a isolação	mm
2.6	Resistência de isolamento a 20°C	M.ohm.km
2.7	Tensão de isolamento Vo/V	kV
3.	BLINDAGEM SEMICONDUTORA DO CONDUTOR	
3.1	Material	
3.2	Espessura	mm
4.	BLINDAGEM SEMICONDUTORA DA ISOLAÇÃO	
4.1	Material	
4.2	Espessura	mm
4.3	Processo de remoção	



ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS/ UNIDADE
5.	BLINDAGEM METÁLICA DA ISOLAÇÃO	
5.1	Material/condutividade a 20°C	/IACS
5.2	Quantidade de fios	
5.3	Seção	mm <sup>2</sup>
5.4	Capacidade de condução de corrente simétrica de curto-circuito em 30 ciclos	kA
6.	COBERTURA	
6.1	Material/temperatura máxima em regime permanente no condutor	/°C
6.2	Espessura	mm
6.3	Cor	
6.4	Diâmetro do cabo sobre a cobertura	mm
6.5	Tipo de identificação do cabo	
7.	CABO COMPLETO	
7.1	Massa do cabo	kg/km
7.2	Lance nominal do cabo	m
8.	Para fornecimentos em obras que serão incorporadas aos ativos da Celesc D, o proponente deve anexar, à proposta, o certificado de homologação de produto – CHP emitido pelo DPEP/DVNE conforme item 5.2.	



### 7.3 Controle das Revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	DDI 042/2015 – 15/6/2015	APD	GMTK	VLG
2	DDI 198/2019 – 10/9/2019	APD	GMTK	ALK



#### 7.4 Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
1 <sup>a</sup>	Setembro 2019	- Geral – revisão de texto e de tópicos para atender o padrão atual de especificação.	APD / GMTK / ALK