

SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO

SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

CÓDIGO	TÍTULO	FOLHA
E-313.0079	CABOS UNIPOLARES DE POTÊNCIA COM ISOLAÇÃO TERMOFIXA E COBERTURA PARA BAIXA TENSÃO 0,6/1,0 kV	1/25

1. FINALIDADE

Estabelecer critérios e exigências técnicas mínimas, aplicáveis à fabricação e ao recebimento de cabos de potência, unipolares, isolados com compostos termofixos de polietileno reticulado – XLPE ou copolímero ou terpolímero de etilenopropileno – EPR e HEPR, com condutores em cobre ou alumínio, cobertura de policloreto de vinila – PVC, seção métrica, classe de tensão de 0,6/1 kV a serem utilizados em redes de distribuição subterrânea de baixa tensão da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se a toda a Celesc D, fabricantes, fornecedores de materiais, empreiteiras, empreendedores e demais órgãos usuários.

3. ASPECTOS LEGAIS

Nos pontos não cobertos por esta Especificação, prevalecem as exigências das Normas ABNT NBR 7286, ABNT NBR 7287, ABNT NBR6251 ou IEC 60502.

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

4. CONCEITOS BÁSICOS

Para os efeitos desta Especificação, devem ser adotadas as definições da ABNT NBR 5456, ABNT NBR 5471, ABNT NBR 6251 e da IEC 60502.



5. DISPOSIÇÕES GERAIS

5.1. Exigências

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

Para fornecimento, o fabricante deve ser cadastrado e possuir Certificado de Homologação de Produto – CHP da marca do produto ofertado conforme a Especificação E-313.0045 – Certificação de Homologação de Produtos.

Juntamente com a proposta comercial, o fabricante deve fornecer, sob pena de desqualificação, os dados técnicos relacionados no Anexo 7.2.

O Anexo 7.2. deve ser fornecido preenchido juntamente com os documentos para doação de redes de loteamentos com rede de distribuição elétrica subterrânea à Celesc D.

5.2. Condições Gerais

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

- a) ambiente com temperatura variando de -5°C a 45°C (média de 30°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 380V, 60 Hz, conforme ABNT NBR 6251 ou IEC 60183.

O bloqueio longitudinal do condutor contra a penetração de água é opcional a cada projeto do fabricante ou quando solicitado através do pedido de compra.

5.3. Certificação Técnica dos Cabos

Os certificados técnicos de homologação do produto são emitidos pelo Departamento de Engenharia e Planejamento do Sistema Elétrico – DPEP, através da Divisão de Engenharia e Normas – DVEN, conforme a Especificação E-313.0045, após análise dos ensaios de projeto e tipo do equipamento, verificando a conformidade dos resultados com os requisitos exigidos pelas especificações da Celesc D.



Os certificados não garantem 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.

A Celesc D recomenda que os ensaios de tipo sejam realizados com amostras do condutor de seção igual a 120 mm².

Os ensaios poderão ser realizados para outras seções de condutores, mediante acordo entre o fabricante e a Celesc D, que pode neste caso limitar a seção máxima para fornecimento.

Os ensaios devem ser realizados para cada material utilizado para a isolamento em XLPE ou EPR ou HEPR e para a cobertura de PVC.

5.4. Acabamento

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

A isolamento deve ser homogênea, contínua e concêntrica, ficar perfeitamente justaposta sobre o condutor, ser de fácil remoção e não aderente a ela mesma.

A cobertura para os condutores fase deve ser na cor preta ou vermelho ou branco ou cinza claro, conforme solicitação no pedido de compra e, para os condutores neutro deve ser azul claro. A cobertura deve ser homogênea, concêntrica, contínua e apresentar superfície lisa, isenta de trincas, porosidades e materiais estranhos ou contaminantes.

5.5. 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 do fabricante;
- b) tensão de isolamento (V_o/V), em kV;
- c) número de condutores (quando multipolar) e a seção em mm²;



- d) material do condutor (Al ou Cu), da isolação (XLPE ou EPR ou HEPR) e da cobertura (ST2);
- e) mês e ano de fabricação;
- f) número da Norma ABNT NBR de referência do cabo.

5.6. Acondicionamento

O acondicionamento deve atender a E-141.0001 complementado com as seguintes informações.

Os cabos devem ser embalados em carretéis, adequados ao transporte rodoviário, 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 resistente às intempéries, a fim de 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 os cabos;
- b) a madeira utilizada para a construção dos carretéis deve seguir a NBR 6236, com durabilidade mínima de 24 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.

As bobinas não podem ultrapassar a massa bruta de 2000 Kg.

Os lances de cabo devem ter comprimento entre os limites nominais conforme a Tabela 7 do Anexo 0., a menos que no pedido de compra haja ressalva explícita a esse respeito.



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

Do total do estipulado no pedido de compras, admite-se uma variação máxima de menos 2%.

Cada carretel deve conter apenas um lance de cabo. Em lance irregular, o comprimento não deve ser inferior a 70% do lance nominal e estes não podem suplantam a quantidade máxima de 5% do total de bobinas. Não pode ser acondicionados lances irregulares em rolos.

Os carretéis devem ser identificados de forma legível e indelével, com no mínimo as seguintes informações:

- a) nome do fabricante e CNPJ;
- b) identificação completa do cabo (seção nominal em mm^2 , material do condutor, material da isolamento e da cobertura, classe da tensão de isolamento, se possui ou não bloqueio contra a penetração longitudinal de água do condutor);
- c) número do pedido de compra;
- d) número de série da unidade;
- e) massas bruta e líquida, em kg;
- f) massa do carretel, em kg;
- g) comprimento do cabo, em metros;
- h) número da norma aplicável;
- i) número do código Celesc D de suprimento do material.

Notas:

- 1) A identificação dos carretéis deve ser feita, através de placas de alumínio anodizado ou aço inoxidável em alto ou baixo relevo e fixado em ambos os discos laterais.



- 2) Os discos laterais dos carretéis devem ser marcados, com uma seta indicando o sentido do desenrolamento do cabo e os dizeres “DESENROLE NESTE SENTIDO”.
- 3) O fornecedor brasileiro deve numerar os diversos carretéis e anexar a nota fiscal uma relação descritiva do conteúdo individual de cada um.
- 3) O fornecedor estrangeiro deverá encaminhar simultaneamente ao despachante indicado pela Celesc D, e à Celesc D, cópia da relação mencionada na Nota 3.

5.7. Condições Específicas

5.7.1. Condutor

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

- a) têmpera mínima H16, de acordo com a ABNT NBR 5118;
- b) condutividade mínima de 61% IACS, a 20°C;
- c) resistência mínima à tração de 11,5 da N/mm², antes do encordoamento.

Os fios de cobre que formam o condutor devem:

- a) condutividade mínima de 99% IACS, a 20°C;
- b) estar de acordo com a ABNT 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 ABNT NBR NM 280.



5.7.2. Isolação

A camada isolante deve ser constituída por um composto termofixo extrudado de copolímero ou termpolímero etilenopropileno – EPR ou HEPR ou de polietileno reticulado – XLPE.

A isolação deve apresentar as seguintes características físicas:

- a) ter espessura plena de acordo com a Tabela 1 para XLPE para EPR ou HEPR;
- b) atender aos requisitos físicos indicados na Tabela 2;
- 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 4. 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;



5.7.3. Cobertura

A cobertura dos cabos isolados com EPR ou HEPR ou XLPE deve ser constituída por um composto termoplástico extrudado, de cloreto de polivilina (PVC), tipo ST2, adequado para temperaturas de 90°C no condutor, em regime permanente.

Os requisitos físicos das coberturas devem estar de acordo com a Tabela 5. A cobertura deve ter espessura de acordo com a Tabela 1.

5.8. Ensaaios

5.8.1. Geral

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

O fabricante deve dispor de pessoal e de aparelhagem, próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de contratação, deve haver a comunicação e aprovação prévia da Celesc D).

O fabricante deve assegurar ao inspetor da Celesc D o direito de se familiarizar, em detalhe, 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 da qualquer ensaio.

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.

O fabricante deve garantir ao inspetor da Celesc D livre acesso a laboratórios e a locais de fabricação e de acondicionamento.

O fabricante deve informar a Celesc D, com antecedência de 15 dias, as datas em que o material estará pronto para os ensaios.

A Celesc D se reserva o direito de enviar inspetores devidamente credenciados, com o objetivo de acompanhar qualquer etapa de fabricação e, em especial, os ensaios.

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 em 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 6.

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.

5.8.2. Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento constituem-se em:

- a) inspeção geral, conforme subinciso 5.8.2.1.;
- b) ensaios de rotina (R) conforme subinciso 5.8.2.2.;

- c) ensaios especiais (E) conforme subinciso 5.8.2.3..

5.8.2.1. 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.

5.8.2.2. Ensaio de Rotina (R)

Os seguintes ensaios de rotina (R) devem ser realizados de acordo com os procedimentos apresentados nas ABNT NBR 7286 e ABNT NBR 7287 ou IEC 60502.

- a) resistência elétrica;
- b) tensão elétrica;
- c) resistência de isolamento à temperatura ambiente;
- d) verificação da construção do cabo (dimensões e partes componentes);
- e) ensaio de alongamento a quente na isolação, conforme ABNT NBR NM IEC 60811-2-1.

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

5.8.2.3. Ensaio Especiais (E)

Os ensaios especiais devem ser realizados de acordo com os procedimentos apresentados nas respectivas Normas: ABNT NBR 7286 e ABNT NBR 7287 ou IEC 60502.

- a) ensaios de tração na isolação, antes e após o envelhecimento, conforme ABNT NBR NM 60811-1-2, ABNT NBR NM IEC 60811-1-1;
- b) ensaio de tração na cobertura, conforme ABNT NBR NM 60811-1-2, ABNT NBR NM IEC 60811-1-1;
- c) ensaio de tensão elétrica de longa duração;
- d) ensaio de teor de negro de fumo, conforme ABNT NBR NM IEC 60811-4-1.

Os ensaios especiais devem ser feitos para pedidos de compra que excedam 4 km de cabos unipolares, de mesma seção e construção. Para ordens 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 ordens 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.

5.8.3. Ensaio de Tipo

A Celesc D pode exigir a execução dos ensaios de tipo (T) conforme relacionados nos subincisos 5.8.3.1. e 5.8.3.2., respectivamente.

5.8.3.1. Conforme Procedimentos das ABNT NBR 7286 e ABNT NBR 7287 ou IEC 60502

Podem ser:

- a) ensaio de resistência elétrica;
- b) ensaio de resistência de isolamento á temperatura ambiente;
- c) ensaio de resistência de isolamento a 90°C;
- d) ensaio de tensão elétrica de longa duração;
- e) ensaio de ciclos térmicos;



5.8.3.2. Conforme Procedimento das ABNT NBR 7286 e ABNT NBR7287 ou IEC 60502

Podem ser:

- a) verificação da construção do cabo;
- b) ensaios de envelhecimento em amostra de cabo completo;
- c) ensaios físicos da isolação, conforme ABNT NBR 6251;
- d) ensaios físicos de cobertura, conforme ABNT NBR 6251;
- e) ensaio de resistência à chama.

5.8.4. Relatório dos Ensaios

Os relatórios dos ensaios devem conter as seguintes informações:

- a) nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b) número da AF;
- 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) 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 três vias dos relatórios dos ensaios.

5.9. Planos de Amostragem

5.9.1. 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 6.

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, este deverá ser repetido em outros dois corpos de prova da mesma bobina. Ocorrendo nova falha, a bobina será considerada defeituosa.

A quantidade total de carretéis defeituosos deve ser levada à Tabela 6, 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 ABNT NBR 5426 ou da ISO 2859.

5.9.2. 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 ABNT NBR 7286 e ABNT NBR 7287 ou IEC 60502.

6. DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1. Normas e Especificações

Na aplicação desta Especificação é necessário consultar:

E-313.0045 – Certificado de Homologação de Produtos

I-141.0001 – Padrão de Embalagens



- ABNT NBR 5111 – Fios de cobre nus de seção circular para fins elétricos – Especificação
- ABNT NBR 5118 – Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos – Especificação
- ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Procedimento
- ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 – Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas – Ensaios para a determinação das propriedades mecânicas
- ABNT NBR NM IEC 60811-1-2 – Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico
- ABNT NBR NM IEC 60811-1-3 – Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 3: Métodos para determinação da densidade de massa – Ensaios de absorção de água – Ensaios de retração
- ABNT NBR NM 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: Ensaios a baixas temperaturas
- ABNT NBR NM IEC 60811-2-1 – Métodos de ensaio comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos – Capítulo 1: Ensaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral
- ABNT NBR NM IEC 60811-3-2 – 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
- ABNT NBR NM IEC 60811-4-1 – Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno – Capítulo 1: Resistência à fissuração por ação de tensões ambientais – Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar – Medição do índice de fluidez – Determinação do teor de negro-de-fumo e/ou de carga mineral em polietileno

ABNT NBR 6239 – Fios e cabos elétricos – Deformação a quente – Método de ensaio

ABNT NBR 6236 – Madeira para carretéis para fios, cordoalhas e cabos.

ABNT NBR 6243 – Choque térmico para fios e cabos elétricos – Método de ensaio

ABNT NBR 6251 – Cabos de potência com isolamento sólida extrudada para tensões de 1 a 35 kV
– Requisitos Construtivos

ABNT NBR NM 280 – Condutores de cabos isolados

ABNT NBR 11137 – Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos –
Dimensões e estruturas

ABNT NBR 6813 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência de isolamento

ABNT NBR NM 280 – Condutores de cabos isolados

ABNT NBR 7286 – Cabos de potência com isolamento sólida estruturada de borracha etileno –
propileno (EPR) para tensões de 1 a 35 kV – Especificação

ABNT NBR 7287 – Cabos de potência com isolamento sólida estruturada de polietileno reticulado
(XLPE) tensões de 1 a 35 kV – Especificação

ABNT NBR 7295 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de capacitância e fator de dissipação

ASTM B 609 – Specification for aluminium 1350 round wire annealed and intermediate
tempers, for electrical purposes

ISO 2859 – Sampling procedures and tables for inspection by attributes

IEC 60183 – Guide to the selection of high – voltage cables

IEC 60189 – Low – frequency cables and wires with PVC insulation and PVC sheath

IEC 60228 – Conductors of insulated cables



IEC 60502 – Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltages from 1 kV to 30 kV

Notas:

- 1) É permitida a utilização de normas de outras organizações, desde que elas assegurem qualidade igual ou superior a das normas relacionadas e não contrariem a presente Especificação Técnica.
- 2) 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.
- 3) Todas as normas referidas deverão estar a disposição do inspetor/diligenciador da Celesc D, no local da inspeção.

6.2. Garantia

O fabricante deve garantir a qualidade e robustez de todos os materiais usados, de acordo com os requisitos desta Especificação para uma vida útil média estimada de 35 anos. Durante os primeiros 5 anos deve garantir a reposição, livre de despesas, de qualquer cabo considerado defeituoso, devido a eventuais deficiências de projeto, matéria prima ou fabricação.

7. ANEXOS

7.1. Tabelas

7.2. Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas

7.3. Controle de Revisões e Alterações

7.4. Histórico de Revisões

7.1. Tabelas

Tabela 1: Características Técnicas do Cabo

Material do Condutor			COBRE							ALUMÍNIO			
Condutor	Seção Nominal	mm ²	10	16	25	35	70	120	240	70	120	240	
	^{1, 2} Formação (nº mínimo de Fios)		6-C	6-C	6-C	6-C	12-C	18-C	34-C	12-C	15-C	30-C	
	³ Diâmetro Nominal	mm	3,7	4,8	6,0	7,0	9,7	12,8	18,2	9,7	12,8	18,2	
	Resistencia ohmica máxima 20°C-CC	Ω/km	1,83	1,15	0,727	0,524	0,268	0,153	0,0754	0,435	0,248	0,122	
XLPE	Isolação	Espessura Plena	mm	0,7	0,7	0,9	0,9	1,1	1,2	1,7	1,1	1,2	1,7
		Diâmetro nominal sobre a isolação	mm	5,1	6,2	7,8	8,8	11,9	15,2	21,6	11,9	15,2	21,6
	Cobertura ST2	Espessura Nominal	mm	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,6	1,2	1,3	1,6
		Diâmetro nominal sobre a cobertura	mm	7,1	8,2	9,9	11,0	14,3	17,9	24,7	14,3	17,9	24,7
EPR / HEPR	Isolação	Espessura Plena	mm	1,0	1,0	1,2	1,2	1,6	1,6	2,2	1,6	1,6	2,2
		Diâmetro nominal sobre a isolação	mm	5,7	6,8	8,4	9,4	12,9	16	22,6	12,9	16	22,6
	Cobertura ST2	Espessura Nominal	mm	1,0	1,0	1,1	1,1	1,3	1,4	1,6	1,3	1,4	1,6
		Diâmetro nominal sobre a cobertura	mm	7,7	8,9	10,6	11,7	15,4	18,7	25,8	15,4	18,7	25,8
⁴ Massa do Cabo Completo. Valor Médio		kg/km	142	205	310	410	750	1290	2540	329	534	1050	

Notas:

- 1) C = condutor redondo, compactado.
- 2) Formações do condutor, diferentes das indicadas nesta Tabela, são admissíveis mediante consulta prévia à Celesc D.
- 3) Tolerância para os diâmetros nominais de - 0,2 mm a + 0,5 mm.
- 4) As massas são informativas, não sendo objeto de inspeção.
- 5) Dimensão dos lances internos aos limites estabelecidos ficam a critério do fabricante, desde que atenda aos requisitos especificados em 5.6.

Tabela 2: Requisitos Físicos da Isolação

Item	Método de ensaios	Ensaio	Unidade	Requisitos			
				Isolação			
				EPR	EPR 105	HEPR	XLPE
1		Ensaio de tração					
1.1	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	Sem envelhecimento:					
		- resistência à tração mínima	MPa	4,2	8,2	8,2	12,5
1.2	ABNT NBR NM 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar sem o condutor:					
		- temperatura (tolerância + - 3°C)	°C	135	145	135	135
		- duração	dias	7	7	7	7
		- variação máxima ^(A)	%	± 30	± 30	± 30	± 25
1.3 ^(B)	ABNT NBR NM 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar com o condutor:					
		- temperatura (tolerância ± 3°C)	°C	150	150	150	150
		- duração	dias	7	7	7	7
		- variação máxima ^(A)	%	± 40	± 40	± 40	± 30
1.4 ^(B)	ABNT NBR NM 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	150
		- duração	dias	10	10	10	10
1.5	ABNT NBR NM 60811-1-2	Após envelhecimento em bomba a ar:					
		- pressão (tolerância ± 0,02 Mpa)	Mpa	0,55	0,55	0,55	-
		- temperatura (tolerância ± 1°C)	°C	127	127	127	-
		- duração	h	40	40	40	-
2	ABNT NBR NM IEC 60811-2-1	Resistência ao ozona:					
		- concentração (em volume)	%	a 0,030	a 0,030	a 0,030	-
		- duração sem fissuração	h	24	24	24	-
3	ABNT NBR NM IEC 60811-2-1	Alongamento a quente:					
		- temperatura (tolerância ± 30°C)	°C	250	200	200	200
		- tempo sob carga	min	15	15	15	15
		- solitação mecânica	MPa	0,2	0,2	0,2	0,2
		- máximo alongamento sob carga	%	175	175	175	175
4		- máximo alongamento após resfriamento					
		Absorção de água: método gravimétrico					

	ABNT NBR NM IEC 60811-1-3	- duração da imersão	dias	14	14	14	14
		- temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$)	$^{\circ}\text{C}$	85	85	85	85
		- variação máxima permissível de massa	mg/cm^2	5	5	5	1
5	ABNT NBR NM IEC 60811-1-3	Retração					
		- temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$)	$^{\circ}\text{C}$	-	-	-	130
		- duração	h	-	-	-	1
		- retração máxima permissível	%	-	-	-	4

(A) 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, expressa por porcentagem, deste último.

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

Tabela 3: Requisitos Elétricos da Isolação Composto de EPR, HEPR e XLPE

Item	Método de ensaios	Ensaio	Unidade	Requisitos	
				EPR, HEPR EPR 105	XLPE
1	ABNT 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	ABNT NBR 6813	Constante de isolamento:	$\text{M } \Omega \cdot \text{km}$		
		- a 20°C		3700	3700
		- à máxima temperatura em regime permanente		3,7	3,7
3	ABNT 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		25	20
4	ABNT 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: Tensões para Ensaio Elétricos da Isolação

SEÇÃO DO CONDUTOR	CABOS ISOLADOS Com EPR/XLPE/HEPR e com cobertura ST2	
mm ²	V1 [kV]	V2 [kV]
Todas as seções	3,5	1,8

Notas:

- 1) V1 = valor eficaz da tensão elétrica alternada, frequência de 48 a 62 Hz, correspondente a 2,5 Vo + 2 kV, aplicada durante a 5 minutos, para o ensaio elétrico.
- 2) V2 = valor eficaz da tensão elétrica alternada, frequência de 48 a 62 Hz, correspondente a 3 Vo, aplicada durante 4 horas, para o ensaio especial.

Tabela 5: Requisitos Físicos da Cobertura ST2 (PVC)

Item	Método de ensaios	Ensaio	Unidade	Requisitos
				Cobertura ST2
1		Ensaio de tração sem envelhecimento:		
1.1	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	- resistência à tração mínima	MPa	12,5
		- alongamento à ruptura mínimo	%	150
1.2	ABNT NBR NM 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar:		
		- temperatura (tolerância + - 2°C)	°C	100
		- duração	dias	7
		- resistência à tração mínima	MPa	12,5
		- alongamento à ruptura mínimo	%	150
		- variação máxima ⁽¹⁾	%	± 25
2	ABNT NBR NM IEC 60811-3-2	Perda de massa em estufa a ar:		
		- temperatura (tolerância + - 2°C)	°C	100
		- duração	dias	7
		- máxima perda admissível de massa	mg/cm ²	1,5
3	ABNT NBR 6239	Ensaio de deformação a quente:		
		- temperatura (tolerância + - 2°C)	°C	90 ⁽²⁾
		- máxima profundidade de penetração	%	50
4		Comportamento em baixas temperaturas, sem envelhecimento prévio		
4.1	ABNT NBR NM IEC 60811-1-4	- dobramento a frio (para diâmetro ≤ 12,5mm)		
		- temperatura (tolerância + - 2 °C)	°C	-15
4.2	ABNT NBR NM IEC 60811-1-4	- alongamento a frio (para diâmetro > 12,5mm)		
		- temperatura (tolerância + - 2 °C)	°C	-15
4.3	ABNT NBR NM 60811-1-4	- resistência ao impacto a frio		
		- temperatura (tolerância + - 2 °C)	°C	-15
5	ABNT NBR 6243	Choque térmico:		
		- temperatura (tolerância + - 2 °C)	°C	150
		- duração	h	1

Notas:

- (1) 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, expressa por porcentagem, deste último.
- (2) 105°C para os cabos com temperatura máxima de 105°C.

Tabela 6: 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.

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.

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

Tabela 7: Códigos de Suprimentos e Lances para Acondicionamentos

Material do Condutor			COBRE							ALUMÍNIO		
Condutor	Seção Nominal	mm ²	10	16	25	35	70	120	240	70	120	240
¹ Lances Nominal	MAX	m	300				1000		800	1000		800
	MIN		100						400	200		400
Código Celesc D Suprimento	Cor da Cobertura	Preto	18768	36629	21271	16789	36626	5431	32677	16987	18774	15451
		Azul Claro	15654	16788	36628	16352	36627	36625	36624	25869	25873	25874
		Vermelho	26943	21994	24148	22863	5310	19898	23115	5266	21326	29669
		Branco ou Cinza Claro	26944	21993	24081	22862	19436	21950	25976	20189	27062	5273

Notas:

- 1) Dimensão dos lances internos aos limites estabelecidos ficam a critério do fabricante, desde que atenda aos requisitos especificados em 5.6.
- 2) Lances distintos dos aqui especificados, a Celesc D deve ser consultada quanto a sua liberação.



7.2. Quadro de Dados Técnicos e Características Garantidas

Cabos de potência com isolamento termofixa para baixa tensão 0,6/1,0 kV.

- Nome do fabricante

- Número da licitação ou coleta

ITEM	DESCRIÇÃO	CARACTERÍSTICAS/ UNIDADES
1.	CONDUTOR	
1.1	Material	
1.2	Seção	mm ²
1.3	Formação (número de fios compactados)	
1.4	Têmpera	
1.5	Classe de encordoamento	
1.6	Diâmetro do condutor	mm
1.7	Resistência elétrica a 20°C – CC	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.	COBERTURA	
3.1	Material/temperatura máxima em regime permanente no condutor	/°C
3.2	Espessura	mm
3.3	Cor	
3.4	Diâmetro do cabo sobre a cobertura	mm
3.5	Tipo de identificação do cabo	
4.	CABO COMPLETO	
4.1	Tipo de identificação do cabo	
4.2	Massa do cabo	kg/km
4.3	Lance nominal do cabo	m



5.	<p>ENSAIO DE TIPO</p> <p>O proponente deve anexar, à proposta, certificado dos seguintes ensaios de tipo, realizados por órgão oficial ou entidade qualificada/credenciada</p> <p>a) Isolação</p> <ul style="list-style-type: none">.tensão elétrica de longa duração. resistência do EPR ou HEPR ao ozona;. absorção de umidade;. retração do XLPE ao calor.. resistência de isolamento a 90°C <p>b) Cobertura</p> <ul style="list-style-type: none">.perda de massa em estufa a ar.deformação a quente.deformação em baixas temperaturas sem envelhecimento prévio.choque térmico <p>c) Ensaio de envelhecimento em amostra do cabo completo</p> <p>d) Ensaio elétricos e mecânicos, realizados nos condutores de cobre ou alumínio empregados na fabricação dos cabos.</p>	
----	---	--



7.3. Controle de Revisões e Alterações

Tabela A.4 – Histórico das revisões

REVISÃO	RESOLUÇÃO – DATA	ELABORAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
0	DDI Nº 085/2014 – 22.7.2014	APD	GMTK	SLR
1	DDI Nº 048/2021 – 11.3.2021	APD	GMTK	ALK



7.4. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES	RESPONSÁVEL
1 ^a	Março de 2021	- Geral – revisão de texto e de tópicos para atender o padrão atual de especificação; Alterações em 5.1., 5.5., 5.6., 5.7.1., 5.8.1., 6.2. e 7.1.	APD GMTK ALK