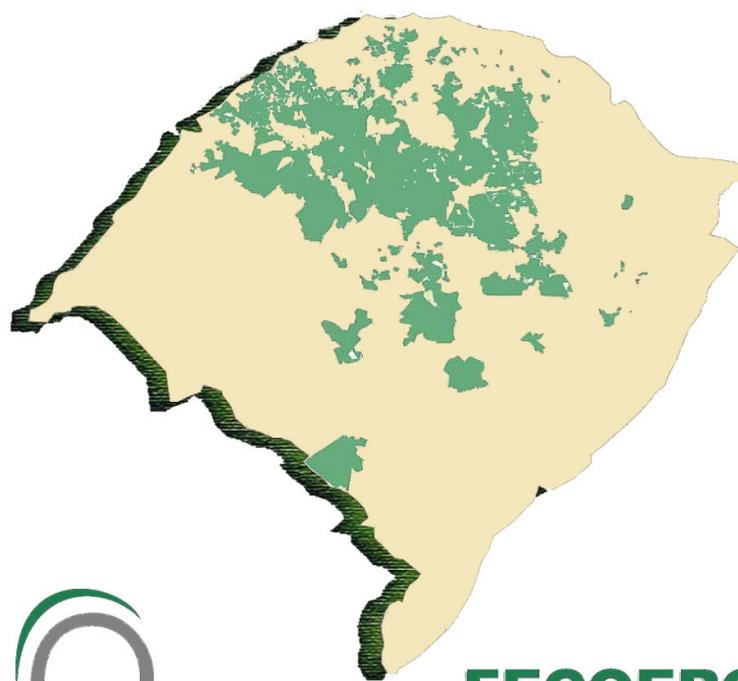


# ETD 007.01.59

CABOS DE COBRE ISOLADOS EM XLPE



**FECOERGS**  
Padronização

Projeto: Setembro de 2010

Palavras Chave: Condutor, Baixa Tensão, Rede de Distribuição.

**Cooperativas Filiadas a FECOERGS:**



**CELETRO**  
– Cachoeira do Sul –



**CERFOX**  
– Fontoura Xavier –



**CERILUZ**  
– Ijuí –



**CERMISSÕES**  
– Caibaté –



**CERTAJA**  
– Taquari –



**CERTEL**  
– Teutônia –



**CERTHIL**  
– Três de Maio –



**CERVALE**  
– Santa Maria –



**COOPERLUZ**  
– Santa Rosa –



**COOPERNORTE**  
– Viamão –



**COOPERSUL**  
– Bagé –



**COPREL**  
– Ibirubá –



**COSEL**  
– Encruzilhada do Sul –



**CRELUZ**  
– Pinhal –



**CREAL**  
– Erechim –

Esta Norma tem por objetivo estabelecer as condições mínimas exigíveis para o fornecimento do material em referência a ser utilizado nas Redes Aéreas de Distribuição Urbanas e Rurais das regiões de atuação das Cooperativas filiadas ao Sistema FECOERGS.

Elaboração:

Vilson Luiz Coelho	Engenheiro, CREA-SC 010.932-1	Power Engenharia Ltda.
Mílvio Rodrigues de Lima	Engenheiro, CREA-SC 6727	Power Engenharia Ltda.

Aprovação:

Herton Azzolin	Engenheiro, CREA-RS 124.865	COPREL
Marcos Luiz Eidt	Engenheiro, CREA-RS 050.703	COPREL
Francisco Carlos S. de Oliveira	Engenheiro, CREA-RS 048.270	CERTEL
Ederson P. Madruga	Engenheiro, CREA-RS 096.167	CERTAJA
Eleandro Luis M. da Silva	Técnico, CREA-RS 127.488	CERTAJA
Luis Osorio M. Dornelles	Engenheiro, CREA-RS 128.117	FECOERGS
Leandro André Hoerlle	Economista, CORECON-RS 7.585	FECOERGS
Sérgio Silvello	Engenheiro, CREA-RS 73.802	CERILUZ

## Sumário

<b>1. Objetivo</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Âmbito de Aplicação</b> .....	<b>1</b>
<b>3. Documentos de Referência</b> .....	<b>1</b>
<b>4. Condições Gerais</b> .....	<b>2</b>
4.1. Definições .....	2
4.2. Inovação Tecnológica .....	2
4.3. Meio Ambiente .....	2
4.4. Condições de Operação .....	2
4.4.1. Condições Ambientais .....	2
4.4.2. Condições em Regime Permanente .....	3
4.4.3. Condições em Regime de Sobrecarga .....	3
4.4.4. Condições em Regime de Curto-Circuito .....	3
4.5. Identificação .....	3
4.6. Acabamento .....	3
<b>5. Condições Específicas</b> .....	<b>3</b>
5.1. Características Construtivas .....	3
5.1.1. Dimensões .....	3
5.1.2. Material .....	3
5.1.3. Encordoamento .....	4
5.2. Características Elétricas .....	4
5.3. Características Mecânicas .....	4
<b>6. Condições de Fornecimento</b> .....	<b>4</b>
6.1. Homologação .....	4
6.2. Acondicionamento .....	5
6.3. Garantia .....	6
<b>7. Inspeção e Ensaios</b> .....	<b>6</b>
7.1. Generalidades .....	6
7.2. Classificação dos ensaios .....	6
7.2.1. Ensaios de Tipo .....	6
7.2.2. Ensaios de Recebimento .....	6
7.2.3. Ensaios Complementares .....	7
7.3. Metodologia dos Ensaios .....	7
7.3.1. Inspeção Geral .....	7
7.3.2. Verificação Dimensional .....	8
7.3.3. Ensaio de Resistência Elétrica .....	8
7.3.4. Ensaio de Tensão Elétrica .....	8
7.3.5. Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente .....	8
7.3.6. Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Máxima .....	8
7.3.7. Ensaio de Tensão Elétrica de Longa Duração .....	9
7.3.8. Ensaios Físicos do Composto da Isolação .....	9
7.4. Relatórios de Ensaio .....	9
7.5. Planos de Amostragem .....	9
7.5.1. Ensaios de Tipo ou Complementares .....	9
7.5.2. Ensaios de Recebimento .....	10
7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição .....	10
7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Tipo e Complementares .....	11
7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento .....	11
<b>8. Desenhos</b> .....	<b>12</b>
8.1. Padrão C-11: Cabos de Cobre Isolados em XLPE .....	12

## 1. Objetivo

Esta especificação fixa as exigências mínimas para fabricação, aquisição e recebimento de cabos de potência em cobre com isolamento sólida extrudada em XLPE, sem cobertura, a serem utilizados em circuitos de até 0,6/1kV, das redes aéreas de distribuição de energia elétrica.

## 2. Âmbito de Aplicação

Aplica-se às cooperativas de eletrificação pertencentes ao Sistema FECOERGS e respectivos fabricantes e fornecedores.

## 3. Documentos de Referência

Para fins de projeto, seleção de matéria-prima, fabricação, controle de qualidade, inspeção, acondicionamento e utilização dos cabos, esta especificação adota as normas abaixo relacionadas:

NBR 5111 – Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos.

NBR 5456 – Eletricidade geral.

NBR 5471 – Condutores elétricos.

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

NBR 6251 – Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1kV a 35 kV – Requisitos construtivos.

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

NBR 6814 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência elétrica.

NBR 6881 – Fios e cabos elétricos de potência ou controle – Ensaio de tensão elétrica.

NBR 7285 – Cabos de potência com isolamento extrudada de polietileno termofixo (XLPE) para tensão de 0,6/1 kV – Sem cobertura – Especificação.

NBR 7312 – Rolos de fios e cabos elétricos – Características dimensionais.

NBR 9511 – Cabos elétricos – Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento.

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

NBR 15126 – Carretel para acondicionamento de fios e cabos elétricos — Requisitos de desempenho.

NBR NM 280 – Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD).

NBR NM IEC 6081 1-1-1 – 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.

NBR NM IEC 6081 1-1-2 – 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.

NBR NM IEC 6081 1-1-3 – 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.

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: Ensaio a baixas temperaturas.

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: Ensaio de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral.

PTD 035.01.02 – Padrão de Estruturas.

As siglas acima referem-se a:

NBR: Norma Brasileira Registrada da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

IEC – International Electrotechnical Commission.

PTD: Padrão Técnico – Distribuição, do Sistema FECOERGS.

As normas aqui mencionadas não excluem outras reconhecidas, desde que assegurem qualidade igual ou superior. Em casos de dúvidas ou divergências prevalecerá o que está estabelecido nesta especificação em seguida nas normas recomendadas. Nos casos em que estas normas forem omissas poderão ser aceitas outras apresentadas pelos fabricantes desde que aprovadas pela FECOERGS.

## **4. Condições Gerais**

### **4.1. Definições**

Os termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos nas normas mencionadas no item 3.

### **4.2. Inovação Tecnológica**

As inovações tecnológicas resultantes de desenvolvimentos técnico-científicos devem ser incorporadas ao projeto, matéria prima e mão-de-obra de fabricação deste material, desde que assegurem qualidade igual ou superior às exigidas por esta especificação.

### **4.3. Meio Ambiente**

Em todas as etapas de fabricação, transporte e recebimento devem ser cumpridas as legislações ambientais federais, estaduais e municipais, quando aplicáveis. O fabricante deverá apresentar descrição de alternativas para descarte deste material após o final de sua vida útil.

### **4.4. Condições de Operação**

#### **4.4.1. Condições Ambientais**

Os cabos abrangidos por esta especificação, quando instalados conforme o padrão de estruturas PTD 035.01.02, devem operar adequadamente nas seguintes condições:

- a. altitude não superior a 1000m;
- b. temperatura máxima do ar ambiente de 40 °C e o valor médio obtido num período de 24 horas, não superior a 35 °C;
- c. temperatura mínima do ar ambiente não inferior a - 10 °C;
- d. umidade do ar de até 100%;
- e. pressão do vento não superior a 700Pa (70daN/m<sup>2</sup>);

#### 4.4.2. Condições em Regime Permanente

O condutor deverá operar em regime permanente, em sistema elétrico com frequência nominal igual a 60Hz, em uma temperatura não superior a 90 °C.

#### 4.4.3. Condições em Regime de Sobrecarga

A temperatura no condutor, em regime de sobrecarga, não pode ultrapassar 130°C. A operação neste regime não pode superar 100 horas durante 12 meses consecutivos, nem 500h durante a vida do cabo.

#### 4.4.4. Condições em Regime de Curto-Circuito

A temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não pode ultrapassar 250°C. A duração neste regime não pode ultrapassar 5 segundos.

#### 4.5. Identificação

A superfície externa dos cabos deve ser marcada de forma legível e indelével com, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome do fabricante;
- b) número de fios e seção nominal do condutor, em mm<sup>2</sup>;
- c) identificação do material do condutor (cobre) e da isolação (XLPE);
- d) tensão de isolamento (0,6/1 kV);
- e) ano de fabricação;
- f) "NBR 7285".

#### 4.6. Acabamento

A superfície dos fios componentes do condutor não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias e inclusões. O cabo pronto não deve apresentar falhas de encordoamento e a camada do material isolante aplicada sobre o condutor deve ser contínua e homogênea ao longo de todo o comprimento do condutor.

### 5. Condições Específicas

#### 5.1. Características Construtivas

##### 5.1.1. Dimensões

Os cabos devem apresentar dimensões em conformidade com o padrão C-11 apresentado no Desenho 8.1 desta especificação.

##### 5.1.2. Material

###### 5.1.2.1. Fios Formadores do Condutor

Os fios formadores do condutor devem ser de cobre eletrolítico, têmpera mole, resistividade elétrica máxima de 0,017241Ω.mm<sup>2</sup>/m ou de 0,15328Ω.g/m<sup>2</sup> a 20°C, correspondente a 100% IACS de condutividade.

### 5.1.2.2. Isolação

A isolação deve ser constituída por uma camada de polietileno termofixo (XLPE) de cor preta, contendo 2% de teor mínimo de negro de fumo. A isolação deve ser facilmente removível e não aderente ao condutor e sua espessura nominal deve atender à NBR 6251.

### 5.1.3. Encordoamento

Os cabos deverão ter classe de encordoamento 2.

## 5.2. Características Elétricas

A resistência elétrica máxima dos cabos isolados, referida a 20°C deve estar conforme a NBR NM-280 e Tabela 8.1 do desenho padrão C-11.

Os cabos devem suportar os ensaios elétricos descritos no item 7 desta especificação.

## 5.3. Características Mecânicas

O valor mínimo individual do alongamento na ruptura dos fios componentes do condutor, após trefilação e recozimento e antes de outros processos de fabricação, deve estar de acordo com a Tabela 5.1.

**Tabela 5.1 – Características Mecânicas do Fio de Cobre Nu Mole**

Diâmetro Nominal (mm)		Alongamento na ruptura mínimo individual, em 250mm (%)
Superior ou Igual a	Inferior a	
0,080	0,280	15
0,280	0,560	20
0,560	3,000	25
3,000	8,500	30

## 6. Condições de Fornecimento

### 6.1. Homologação

Para a homologação de cabos isolados junto às cooperativas pertencentes ao Sistema FECOERGS, devem ser apresentados todos os ensaios de tipo previstos nesta especificação. Os ensaios devem ter sido realizados a menos de 4 anos da data da entrega do pedido de homologação. Poderão ser aceitos ensaios realizados até 8 anos desde que acompanhados de uma declaração do responsável técnico de não alteração no produto (matéria-prima, processo de fabricação e projeto) desde a data do ensaio.

Os ensaios devem ser apresentados em português ou inglês. Quando apresentados em outro idioma deverão estar acompanhados de tradução para o português efetuada por tradutor juramentado.

Após a análise dos ensaios e verificação da conformidade do material com esta especificação, a FECOERGS emitirá o certificado técnico dos ensaios.

Os certificados técnicos deverão ser revalidados sempre que:

- o projeto for modificado pelo fabricante;

- b. o material apresentar problemas durante ou após o fornecimento;
- c. a FECOERGS proceder revisão nesta especificação e o material passe a não atender as novas exigências.

A homologação do produto pela FECOERGS não eximirá o contratado de sua responsabilidade de fornecê-lo em plena concordância com a ordem de compra ou contrato e esta especificação, assim como, não invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer, baseada na existência de material inadequado ou defeituoso. A homologação também não libera os cabos da necessidade de realização dos ensaios de recebimento.

Os ensaios de tipo devem ser realizados em laboratórios reconhecidos no setor elétrico, certificados pelo INMETRO ou com equipamentos devidamente calibrados por organismos competentes. A FECOERGS faculta o direito de não aceitar ensaios realizados nos laboratórios dos fabricantes.

## 6.2. Acondicionamento

O acondicionamento dos cabos deve estar de acordo com as normas NBR 7285, NBR 7312 e NBR 11137. O núcleo do carretel deve ter diâmetro mínimo conforme a NBR 9511.

O acondicionamento dos cabos deve ser efetuado de modo a garantir um transporte seguro em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas. O acondicionamento em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 5.000kg e o acondicionamento em rolos limitado a 40 kg.

As extremidades dos cabos acondicionados em carretéis devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou com fita auto-aglomerante, resistentes às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade.

As embalagens não são devolvidas ao fornecedor e serão consideradas satisfatórias se os cabos forem encontrados em perfeito estado na chegada ao destino. A FECOERGS considera para efeito de garantia da embalagem, o mesmo período do material e quaisquer prejuízos, decorrentes do mau acondicionamento, serão ressarcidos através de desconto na fatura do mesmo.

Cada volume deve trazer, marcadas de forma legível e indelével em ambas as faces, as seguintes informações:

- a. nome e/ou marca comercial do fabricante;
- b. país de origem;
- c. números da nota fiscal e do pedido de compra;
- d. destinatário (FECOERGS/Cooperativa solicitante);
- e. tensão de isolamento (0,6/1kV);
- f. número de condutores e secção nominal (mm<sup>2</sup>);
- g. material do condutor e da isolação (Cobre/XLPE);
- h. "NBR 7285";
- i. comprimento (m);
- j. massa bruta do volume (kg);
- k. número de série do carretel;
- l. seta indicando o sentido de rotação para desenrolar.

Nota: Alíneas "k" e "l" válidas somente para acondicionamento em carretéis.

### 6.3. Garantia

Os cabos deverão ser garantidos pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de fabricação ou matéria-prima pelo prazo mínimo de 12 (doze) meses da data de entrega dos mesmos no almoxarifado da cooperativa.

Caso necessário, o fornecedor será obrigado a substituir às suas expensas, todo o lote que apresentar defeito, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, mão-de-obra ou transporte. Neste caso o prazo de garantia deverá ser estendido por mais 12 (doze) meses.

## 7. Inspeção e Ensaios

### 7.1. Generalidades

A FECOERGS reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os cabos quer no período de fabricação, quer na época de embarque, ou a qualquer momento que julgar necessário.

O fornecedor tomará às suas expensas todas as providências para que a inspeção por parte da FECOERGS se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta especificação. Assim o fornecedor deverá propiciar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios e aos locais de fabricação, embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os instrumentos (com selo de aferição emitido por órgão devidamente credenciado, com data não superior a 12 meses,) e dispositivos necessários para realizá-los.

As datas em que os materiais estarão prontos para inspeção devem ser avisadas à FECOERGS com antecedência mínima de 15 (quinze) dias para fornecedor nacional e de 30 (trinta) dias para fornecedor estrangeiro.

Os custos dos ensaios de recebimento devem ser por conta do fornecedor.

Os custos da visita do inspetor da FECOERGS (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativo) correrão por conta do fornecedor nos seguintes casos:

- a. se o material estiver incompleto na data indicada na solicitação de inspeção;
- b. se o laboratório de ensaio não atender às exigências desta especificação;
- c. se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em sub-fornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sede do fornecedor;
- d. devido à re-inspeção do material por motivo de recusa nos ensaios.

### 7.2. Classificação dos ensaios

Os ensaios previstos nesta especificação são classificados em ensaios de tipo, ensaios de recebimento e ensaios complementares.

#### 7.2.1. Ensaios de Tipo

São todos os ensaios relacionados na Tabela 7.1, que são realizados em amostras do produto com o objetivo de verificar a conformidade do projeto com os requisitos da norma correspondente.

#### 7.2.2. Ensaios de Recebimento

Conforme indicado em 7.1, referem-se a uma parcela dos ensaios de tipo, que são realizados em amostras do produto por ocasião do recebimento de cada lote, com o objetivo de verificar a conformidade com o projeto aprovado e homologado. Estes ensaios devem ser

realizados nas instalações do fornecedor ou em laboratórios credenciados e reconhecidos pelo setor elétrico, na presença de inspetor da FECOERGS.

### 7.2.3. Ensaios Complementares

Com o objetivo de dirimir dúvidas e/ou melhor avaliar o produto, a FECOERGS reserva-se o direito de solicitar, sempre que julgar necessário, a realização de qualquer ensaio de tipo por ocasião do recebimento de cada lote.

**Tabela 7.1 – Relação dos Ensaios**

Item	Descrição	Tipo	Recebimento	Complementar
7.3.1	Inspeção Geral	X	X	
7.3.2	Verificação Dimensional	X	X	
7.3.3	Ensaio de Resistência Elétrica	X	X	
7.3.4	Ensaio de Tensão Elétrica	X	X	
7.3.5	Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente	X	X	
7.3.6	Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Máxima	X		X
7.3.7	Ensaio de Tensão Elétrica de Longa Duração	X		X
7.3.8	Ensaios Físicos do Composto da Isolação	X		X

### 7.3. Metodologia dos Ensaios

Os métodos de ensaio dos cabos devem obedecer ao descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 3 desta especificação.

#### 7.3.1. Inspeção Geral

Antes dos ensaios, o inspetor deve fazer uma inspeção geral, comprovando se os cabos estão de acordo com o projeto aprovado e em conformidade com as exigências desta especificação. Constitui falha a detecção de qualquer não conformidade, conforme orientações apresentadas em 7.3.1.1 a 7.3.1.5.

##### 7.3.1.1. Identificação

Deve atender aos requisitos mencionados no item 4.4.2.

##### 7.3.1.2. Acabamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 4.6.

##### 7.3.1.3. Acondicionamento

Deve atender os requisitos mencionados no item 6.2.

##### 7.3.1.4. Material

Deve atender os requisitos mencionados no item 5.1.2.

### 7.3.2. Verificação Dimensional

Os cabos devem ser submetidos a exame dimensional e devem ser considerados reprovados neste ensaio, caso seja detectada qualquer divergência em relação ao item 5.1.1 desta especificação.

### 7.3.3. Ensaio de Resistência Elétrica

A resistência elétrica dos condutores, referida a 20°C e a um comprimento de 1km, não deve ser superior aos valores indicados na Tabela 8.1 desta Especificação.

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 6814.

### 7.3.4. Ensaio de Tensão Elétrica

Os cabos, quando submetidos aos valores de tensão elétrica alternada, apresentados na Tabela 8.2, frequência 48 Hz a 62 Hz, não podem apresentar perfuração.

O tempo de aplicação da tensão elétrica deve ser de 5 min.

O cabo deve ficar imerso em água, por um tempo não inferior à uma hora, antes do ensaio, e a tensão elétrica deve ser aplicada entre condutores isolados e água.

Em alternativa, o ensaio de tensão elétrica pode ser efetuado com tensão elétrica contínua de valor igual a três vezes o valor correspondente em corrente alternada.

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 6881.

### 7.3.5. Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente

A resistência de isolamento do cabo isolado, referida a 20°C e a um comprimento de 1km, não deve ser inferior ao valor calculado com a seguinte fórmula :

$$R_i = k_i \log_{10} \frac{D}{d}$$

onde:

$R_i$  é a resistência de isolamento em MΩ.km;

$k_i$  é a constante de isolamento igual a 3.700MΩ.km;

$D$  é o diâmetro nominal sobre a isolação (mm);

$d$  é o diâmetro nominal sob a isolação (mm).

A medida deve ser feita com o cabo imerso em água, por um tempo não inferior a 1 hora, à temperatura ambiente, com tensão elétrica contínua de valor 300 a 500V aplicada por um período de no mínimo 1min e máximo de 5min.

Este ensaio deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica aplicada. No caso do ensaio do item 7.3.4 ter sido realizado com tensão contínua, a medida da resistência de isolamento deve ser feita 24 horas após o cabo ter sido aterrado.

Este ensaio deve ser realizado conforme NBR 6813.

### 7.3.6. Ensaio de Resistência de Isolamento à Temperatura Máxima

A resistência de isolamento dos cabos isolados, à temperatura de 90°C e referido a um comprimento de 1km, não deve ser inferior ao valor calculado pela fórmula apresentada no item 7.3.5 tomando o  $k_i = 3,70M\Omega.km$ .

A temperatura do condutor deve ser obtida pela imersão da amostra em água por um tempo não inferior a 2 horas, com temperatura de 90±2°C.

A medição da resistência de isolamento deve ser efetuada com tensão elétrica contínua de valor 300 a 500V aplicada por um período mínimo de 1 minuto e máximo de 5 minutos e o corpo de prova deve ter um comprimento mínimo de 5m.

Este ensaio deve ser realizado conforme NBR 6813.

### 7.3.7. Ensaio de Tensão Elétrica de Longa Duração

O cabo, de comprimento mínimo de 5 m, não deve apresentar perfuração quando submetido à tensão elétrica alternada de 1,8 kV, na frequência 48 a 62 Hz.

A tensão elétrica alternada deve ser aplicada por 4 horas continuamente.

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

Este ensaio deve ser realizado conforme NBR 6881.

### 7.3.8. Ensaio Físicos do Composto da Isolação

Os ensaios físicos na isolação devem estar de acordo com a NBR 6251, com os respectivos métodos de ensaio e requisitos, complementados pela verificação do teor de negro-de-fumo, que não deve ser inferior ao valor indicado em 5.1.2.2.

## 7.4. Relatórios de Ensaio

Os relatórios dos ensaios devem ser em formulários com as indicações necessárias à sua perfeita compreensão e interpretação conforme indicado a seguir:

- nome do ensaio;
- nome FECOERGS/nome da cooperativa do sistema;
- nome ou marca do fabricante;
- número e item da ordem de compra (se existente) da cooperativa e número da ordem de fabricação do fornecedor;
- identificação, modelo e quantidade de cabos submetidos a ensaio;
- descrição sumária do processo de ensaio indicando as constantes, métodos e instrumentos empregados;
- valores obtidos no ensaio;
- resumo das características (garantidas x medidas);
- atestado com informação clara dos resultados do ensaio;
- nome do inspetor e do responsável pelos ensaios;
- data e local dos ensaios.

Os cabos somente serão liberados pelo inspetor após a entrega de três vias do relatório dos ensaios e da verificação da embalagem e sua respectiva marcação.

## 7.5. Planos de Amostragem

### 7.5.1. Ensaio de Tipo ou Complementares

As amostras para os ensaios de tipo e complementares, devem ser formadas por 3 unidades (bobinas), as quais devem ser selecionadas aleatoriamente do lote sob inspeção, quando se tratar de ensaio complementar.

As amostras para ensaios executados em corpos de prova devem estar de acordo com o prescrito na metodologia específica de cada ensaio.

Eventualmente o número de unidades das amostras para os ensaios de tipo ou complementares poderão ser definidas através de acordo entre fornecedor e FECOERGS.

### 7.5.2. Ensaios de Recebimento

Para a formação das amostras para os ensaios de recebimento devem ser retirados dos cabos, corpos de prova em número e comprimento adequados à realização de todos os ensaios previstos, desprezando-se sempre o primeiro metro de cabo.

A quantidade de amostras deve estar de acordo com a Tabela 7.2.

**Tabela 7.2 – Amostragem para Ensaios de Recebimento**

Número de Bobinas	Amostra		Ac	Re
	Sequência	Tamanho		
Até 25	-	3	0	1
26 a 90	1a	8	0	2
	2a	8	1	2
91 a 150	1a	13	0	3
	2a	13	3	4
151 a 280	1a	20	1	4
	2a	20	4	5

Notas:

1. “Ac” é o número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote e “Re” é o número de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.
2. Procedimento para amostragem dupla: ensaiar inicialmente um número de unidades igual ao da primeira amostra de acordo com a tabela. Se o número de unidades defeituosas resultante estiver compreendido entre “Ac” e “Re”, excluídos estes valores, deve ser então ensaiada a segunda amostra. Para permitir a aceitação do lote, o total de unidades defeituosas, depois de ensaiadas as duas amostras, deve ser igual ou menor do que “Ac” especificado.

### 7.6. Critérios de Aceitação e Rejeição

A aceitação pela FECOERGS, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em entregar os cabos em plena concordância com esta especificação, nem invalidará qualquer reclamação que a FECOERGS venha a fazer baseada na existência de materiais inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição de cabos em virtude de falhas constatadas nos ensaios ou discordância com esta especificação/ordem de compra, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade de cumprir o prazo de entrega. Se no entender da FECOERGS, a rejeição tornar impraticável a entrega na data previamente acertada, ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a FECOERGS reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os materiais em outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator da ordem de compra, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

As unidades defeituosas constantes de amostras aprovadas nos ensaios devem ser substituídas por novas, o mesmo ocorrendo com o total das amostras aprovadas em ensaios destrutivos.

### **7.6.1. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Tipo e Complementares**

O projeto deve ser aceito se todos os cabos ensaiados apresentarem comportamento satisfatório. Se ocorrer alguma falha em qualquer ensaio, este pode ser repetido em uma nova amostra com o dobro de unidades da primeira. Nesse caso, se houver um novo resultado insatisfatório, o projeto será rejeitado.

Se duas ou mais unidades falharem em qualquer dos ensaios, o projeto será rejeitado.

### **7.6.2. Critérios para Aceitação ou Rejeição nos Ensaios de Recebimento**

A aceitação ou rejeição dos cabos deve ser efetuada de acordo com a Tabela 7.2.

Se um corpo de prova for reprovado em determinado ensaio, este deverá ser repetido em outros corpos de prova da mesma amostra (bobina).

## 8. Desenhos

### 8.1. Padrão C-11: Cabos de Cobre Isolados em XLPE

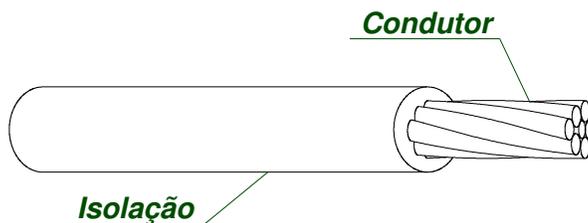


Tabela 8.1 – Características Dimensionais

Código FECOERGS	Secção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Número de Fios		Dimensões (mm)	
		Mínimo	Máximo	Diâmetro Máximo do Condutor	Diâmetro Nominal do Cabo
C-11.01	2,5	6	7	2,2	4,8
C-11.02	6	6	7	3,3	6
C-11.03	10	6	7	4,2	7,5
C-11.04	16	6	7	5,3	8,5
C-11.05	25	6	7	6,6	9,8
C-11.06	35	6	7	7,9	11,1
C-11.07	50	6	19	9,1	13,2
C-11.08	70	12	19	11	15
C-11.09	95	15	19	12,9	17
C-11.10	120	18	37	14,5	19,3

Tabela 8.2 – Características Eletromecânicas

Código FECOERGS	Secção Nominal (mm <sup>2</sup> )	Espessura da Isolação (mm)	Tensão Elétrica (kV)	Massa Aproximada do Cabo (kg/km)	Resistência Elétrica Máxima (20°C) (Ω/km)
C-11.01	2,5	1,2	4	37	7,41
C-11.02	6	1,2	4	74	3,08
C-11.03	10	1,6	5,5	120	1,83
C-11.04	16	1,6	5,5	180	1,15
C-11.05	25	1,6	5,5	270	0,727
C-11.06	35	1,6	5,5	360	0,524
C-11.07	50	2	7	490	0,387
C-11.08	70	2	7	690	0,268
C-11.09	95	2	7	940	0,193
C-11.10	120	2,4	8	1190	0,153

Nota:

Os códigos apresentados na Tabela 8.1 foram obtidos a partir das referências ABNT, particularizadas para o sistema FECOERGS.