





**Título do Documento:**



Rede Multiplexada de Baixa Tensão:  
Cabos de Potência

**Tipo: FECO-D-09**

Norma Técnica e Padronização



 <b>FECOERUSC</b>	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	 <b>COOPERALIANÇA</b>

## **REDE MULTIPLEXADA DE BAIXA TENSÃO: CABOS DE POTÊNCIA**



	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## SUMÁRIO



<b>INTRODUÇÃO</b> .....	5
<b>1 OBJETIVO</b> .....	7
<b>2 CAMPO DE APLICAÇÃO</b> .....	8
<b>3 RESPONSABILIDADES</b> .....	9
3.1 LEGISLAÇÃO.....	9
3.2 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS.....	11
<b>4 CONDIÇÕES GERAIS</b> .....	12
4.1 CONDIÇÕES DE SERVIÇO .....	12
4.2 TENSÕES DE ISOLAMENTO .....	12
4.4 CONDIÇÕES EM REGIME DE SOBRECARGA.....	13
4.5 CONDIÇÕES EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO .....	13
4.6 CONDUTOR.....	13
4.6.1 Condutor alumínio (Fase).....	13
4.6.2 Condutor de cobre (Fase).....	14
4.6.3 Condutor neutro de sustentação.....	14
4.7 ISOLAÇÃO .....	14
4.9 IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES FASE .....	15
4.10 MARCAÇÃO DO CABO.....	15
4.11 ACONDICIONAMENTO.....	16
4.12 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE.....	18
4.13 GARANTIA .....	18
<b>5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS</b> .....	20
5.1 CONDUTOR FASE.....	20
5.2 CONDUTOR NEUTRO DE SUSTENTAÇÃO.....	20
5.3 ISOLAÇÃO .....	23

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

5.4 PASSO DE REUNIÃO DOS CONDUTORES.....	23
<b>6 INSPEÇÃO E ENSAIOS .....</b>	<b>25</b>
6.1 GENERALIDADES .....	25
6.2 ENSAIOS.....	28
6.3 RELAÇÃO DOS ENSAIOS – CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM.....	28
6.3.1 Ensaio de recebimento .....	28
6.3.2 Ensaio especiais.....	29
6.3.3 Ensaio de tipo .....	30
6.4 DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS .....	30
6.4.1 Inspeção visual.....	30
6.4.2 Ensaio de resistência elétrica.....	31
6.4.3 Ensaio de tensão elétrica.....	32
6.4.4 Resistência de isolamento à temperatura ambiente.....	32
6.4.5 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima em regime permanente.....	34
6.4.6 Ensaio de tensão elétrica de longa duração.....	34
6.4.7 Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento.....	35
6.4.8 Ensaio de resistência à abrasão.....	35
6.4.9 Ensaio físicos do composto de isolamento .....	36
<b>7 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO .....</b>	<b>37</b>
7.1 ENSAIOS DE RECEBIMENTO .....	37
7.2 ENSAIOS DE ROTINA.....	37
7.3 ENSAIOS ESPECIAIS .....	38
7.4 RECUPERAÇÃO DE LOTES PARA INSPEÇÃO.....	38
7.5 RELATÓRIOS DOS ENSAIOS.....	39
<b>ANEXOS .....</b>	<b>40</b>
ANEXO A – Tabelas 1 a 6.....	40

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

ANEXO B - Dados técnicos e características garantidas cabo multiplexado auto – sustentado .....	46
ANEXO C - Cotação de ensaios de tipo cabo multiplexado auto-sustentado .....	47
ANEXO D - Esquema para ensaio de resistência a abrasão .....	48
<b>APÊNDICE</b> .....	49
APÊNDICE A - Entidades e participantes na elaboração das normas técnicas do programa de padronização do sistema FECOERUSC .....	49

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## INTRODUÇÃO

As exigências aqui apresentadas estão em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, recomendações do Comitê de Distribuição - CODI, Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica – ABRADEE e Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.



Esta norma poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em parte, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivos pelos quais os interessados deverão, periodicamente, consultar a COOPERALIANÇA quanto a eventuais alterações.

As prescrições desta norma se destinam à orientação dos consumidores e não implicam em quaisquer responsabilidades da COOPERALIANÇA, com relação à qualidade e segurança dos materiais fornecidos por terceiros e sobre riscos e danos à propriedade, sendo que esses materiais fornecidos devem atender às exigências contidas no "Código de Defesa do Consumidor".

Esta norma é aplicada às condições normais de fornecimento de energia elétrica. Os casos não previstos, ou aqueles que pelas características excepcionais exijam tratamento à parte, deverão ser encaminhados previamente à COOPERALIANÇA para apreciação.

A presente norma não invalida qualquer outra da ABNT ou de outros órgãos competentes, a partir da data em que a mesma estiver em vigor. Todavia, em qualquer ponto onde porventura surgirem divergências entre esta norma técnica e as normas dos órgãos citados, prevalecerão as exigências mínimas aqui estabelecidas. Quaisquer críticas e/ou sugestões para o aprimoramento desta norma serão analisadas e, caso sejam válidas, incluídas ou excluídas deste texto.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 5 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

As sugestões deverão ser enviadas à Federação das Cooperativas de Energia do Estado de Santa Catarina - FECOERUSC no seguinte endereço:

Departamento Técnico FECOERUSC

Grupo Revisor – edição jan/ 2009

Endereço – Rodovia SC 444, km 04 Rua Linha Três Ribeirões

Bairro: Liri – Içara - SC

Cep: 88820-000



Fone Fax: (0xx48) 3462 – 0581

Eng. João Belmiro Freitas

Coordenador do Programa de Padronização do Sistema FECOERUSC

Contato - e-mail - [belmiro@fecoerusc.coop.br](mailto:belmiro@fecoerusc.coop.br)



Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 6 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## 1 OBJETIVO

Esta norma fixa os critérios e as exigências técnicas mínimas relativas à fabricação e recebimento de cabos de potência, de alumínio e cobre multiplexados, auto-sustentados, isolados com polietileno termofixo (XLPE), para circuitos aéreos de distribuição de energia, tensões elétricas 0,6/1kV.



Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 7 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente norma técnica de padronização – FECO-D-02-02 aplica-se às Cooperativas conveniadas ao Sistema FECOERUSC - Federação das Cooperativas de Energia do Estado de Santa Catarina e aos seus fornecedores de materiais.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 8 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	



### 3 RESPONSABILIDADES

#### 3.1 LEGISLAÇÃO

Esta norma está embasada nos seguintes ordenamentos legais e normas concernentes:



- Norma Regulamentadora NR-10 Serviço em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- Norma Brasileira NBR 5111 – Fios de Cobre nus de seção circular, para fins elétricos – Especificação;
- NBR 5118 – Fios de Alumínio nus de seção circular para fins elétricos;
- NBR 5285 – Fios de alumínio liga nus para fins elétricos;
- NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos, procedimentos;
- NBR 6238 – Ensaio de envelhecimento acelerado para fios e cabos elétricos;
- NBR 6241 - Tração à ruptura em materiais isolantes e coberturas protetoras extrudadas para fios e cabos elétricos;
- NBR 6242 – Verificação dimensional para fios e cabos elétricos;
- NBR 6252 – Condutores de alumínio para cabos isolados – características dimensionais, elétricas e mecânicas;
- NBR 6524 – Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas – especificação;
- NBR 6813 – Fios e Cabos de Potência ou Controle – Ensaio de Tensão Elétrica – Resistência de isolamento – Método de Ensaio;
- NBR 6814 – Fios e cabos elétricos – ensaio de resistência elétrica;

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 9 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	--------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

- NBR 6881 – Fios e cabos elétricos de potência ou controle – ensaio de tensão – método de ensaio;
- NBR 7040 – Fios e cabos elétricos – Absorção de água – método de ensaio;
- NBR 7042 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de retração ao calor – método de ensaio;
- NBR 7104 – Fios e cabos elétricos – determinação do teor de negro de fumo e conteúdo componente mineral em polietileno – método de ensaio;
- NBR 7271- Cabos de alumínio nu para linhas aéreas;
- NBR 7285 - Cabos de potência com isolamento extrudada de polietileno termofixo (XLPE) para tensão de 0,6/1kV – Sem cobertura – Especificação;
- NBR 7292 - Fios e cabos elétricos – determinação de grau de reticulação – método de ensaio;
- NBR 7312 – Rolos de fios e cabos elétricos – características dimensionais;
- NBR 8182 – Cabos de Potência Multiplexados auto-sustentados com isolamentos extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1kV – especificação;
- NBR10298 – Cabos de alumínio-liga para linhas aéreas;
- NBR 11137 – Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos Dimensões e estruturas – Padronização;
- NBR 11301 - Cálculo da Capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (Fator de Carga 100%);
- NBR NM 280 – condutores de cabos isolados.



Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 10 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

### 3.2 OBRIGAÇÕES E COMPETÊNCIAS

Compete aos órgãos de planejamento, engenharia, patrimônio, suprimentos, elaboração de projetos, construção, ligação, manutenção e operação do sistema elétrico cumprir e fazer cumprir este instrumento normativo.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 11 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## 4 CONDIÇÕES GERAIS

### 4.1 CONDIÇÕES DE SERVIÇO



Os cabos devem ser projetados para trabalharem nas seguintes condições:

- a) sistema monofásico fase-neutro 220V;
- b) sistema monofásico fase-fase 440V;
- c) sistema Monofásico a dois fios, com neutro multiaterrado, 60Hz, tensão fase-neutro de 220V;
- d) sistema Monofásico a dois fios, sem neutro 60Hz, tensão fase-fase de 440V;
- e) sistema trifásico a quatro fios, com neutro multiaterrado, 60 Hz, tensão fase-fase de 380V;
- f) temperatura ambiente variando de -2° C a 45° C, com média diária de 28° C;
- g) umidade relativa do ar de até 100%;
- h) locais densamente arborizados onde os cabos poderão permanecer em contato com galhos de árvores por longos períodos;
- i) exposição direta ao sol, chuva e poeira.

### 4.2 TENSÕES DE ISOLAMENTO

Os cabos se caracterizam pelas tensões de isolamento 0,6 a 1kV.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 12 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

#### 4.3 CONDIÇÕES DE REGIME PERMANENTE

Em regime permanente, a temperatura no condutor não deverá ultrapassar o valor indicado na Tabela 1 do ANEXO A.

#### 4.4 CONDIÇÕES EM REGIME DE SOBRECARGA

Em regime de sobrecarga, a temperatura no condutor não deve ultrapassar o valor indicado na Tabela 1 do ANEXO A. A operação neste regime não deve superar 100 horas durante 12 meses consecutivos, nem superar 500 horas durante a vida útil do cabo.

#### 4.5 CONDIÇÕES EM REGIME DE CURTO-CIRCUITO

Em regime de curto-circuito, a temperatura no condutor não deve ultrapassar o valor indicado na Tabela 1 do ANEXO A. A duração neste regime não deve ser superior a 5 segundos.



#### 4.6 CONDUTOR

##### 4.6.1 Condutor alumínio (Fase)

O condutor fase deve ser constituído por um ou mais fios de alumínio isolado, têmperas H14, H16 ou H19.

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 13 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

#### 4.6.2 Condutor de cobre (Fase)

O Condutor fase deve ser constituído por fios de cobre mole, de seção circular, coberto por uma camada isolante de XLPE.

Os fios componentes dos condutores devem ser de cobre eletrolítico, têmpera mole, resistividade elétrica máxima de 0,017241 Wmm<sup>2</sup>/m ou 0,15328 Wg/m<sup>2</sup> a 20°C, correspondente a 100% IACS (International Annealed Copper Standard) de condutividade a 20°C.

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

#### 4.6.3 Condutor neutro de sustentação

O condutor neutro de sustentação, dependendo da seção, deve ser cabo de alumínio CA (corrente alternada) para seções de 10, 16 e 25mm<sup>2</sup>, de alumínio-liga, para seções de 35, 50 e 70mm<sup>2</sup> e cobre CU para seção de 6mm<sup>2</sup>.



### 4.7 ISOLAÇÃO

A isolação deve ser constituída por uma camada de polietileno termofixo (XLPE), nas cores padrão determinadas no item 4.9, contendo dispersão de negro de fumo.

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

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 14 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

#### 4.8 REUNIÃO DOS CONDUTORES FASE E NEUTRO

Os condutores fase devem ser torcidos helicoidalmente ao redor do mensageiro, com passo conveniente, conforme estabelecido no item 5.4.

#### 4.9 IDENTIFICAÇÃO DOS CONDUTORES FASE

Nos cabos com mais de um condutor fase, estes devem ser identificados de forma permanente por intermédio de cores por toda a extensão do condutor, conforme descrito a seguir:



- Fase A: cor Preta;
- Fase B: cor Cinza;
- Fase C: cor Vermelha.

#### 4.10 MARCAÇÃO DO CABO

A superfície externa dos condutores fase deve ser marcada a intervalos regulares de +/- 500 mm, com os seguintes dizeres:

- a) nome do fabricante;
- b) seções dos condutores fase e neutro em milímetros quadrados;
- c) identificação do material do condutor e da isolação (XLPE);
- d) tensão de isolamento (0,6 à 1kV);
- e) material do condutor fase (Cu ou Al);
- f) ano de fabricação;
- g) NBR 8182.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 15 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

Notas:

- 1) Os cabos multiplexados auto-sustentados devem ser designados da seguinte maneira:

$$N \times 1x S + S'$$

Onde:

N= número de condutores fase;

S= secção transversal do condutor fase, em mm<sup>2</sup>;

S' = secção transversal do condutor neutro, em mm<sup>2</sup>;

- 2) É facultativa a inclusão do nome comercial do produto, preferencialmente após o nome do fabricante;
- 3) A marcação do cabo não deve interferir na identificação das fases.



#### 4.11 ACONDICIONAMENTO

Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o transporte, manuseio e armazenagem ao tempo. O acondicionamento pode ser em rolo ou carretel, conforme definido no contrato com o fornecedor. O carretel deve ter resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar o produto.

O acondicionamento em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 5000 kg e o acondicionamento em rolos limitados a 40 kg, para movimentação manual.

Permite-se uma tolerância de +/- 3% no comprimento. Adicionalmente, pode-se admitir que até 5% dos lances de um lote de expedição sejam irregulares quanto ao comprimento, devendo o fabricante declarar o comprimento efetivo de cada unidade de expedição. No caso de fornecimento de lances menores, este deve ter no mínimo 50% do comprimento do lance normal.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 16 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

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



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

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

- a) nome e endereço do fabricante;
- b) nome do cliente;
- c) número de condutores, seção nominal em mm<sup>2</sup>, material do condutor (alumínio ou cobre);
- d) material da isolação (XLPE) e tensão de isolamento (0,6/1 kV);
- e) número da NBR 8182;
- f) lance nominal (expresso em metros);
- g) massa bruta e líquida em quilogramas;
- h) número do contrato com fornecedor (ordem de compra);
- i) número de série do carretel;
- j) seta indicativa e a frase “Desenrole neste sentido”.

Os rolos devem conter uma etiqueta contendo as indicações anteriormente citadas, com exceção das referentes às alíneas (i) e (j) e, no caso da alínea (g), o valor a ser indicado é o de massa líquida nominal.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 17 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

#### 4.12 CAPACIDADE DE CONDUÇÃO DE CORRENTE

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

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

- Temperatura ambiente: 30 ° C;
- Velocidade do vento: nula;
- Intensidade de radiação solar: 1000 W/m<sup>2</sup>.



O fabricante deverá fornecer os fatores de correção da capacidade para temperaturas ambientes diferentes de 30° C, em degraus de 5°C na faixa de -5°C a 45°C, bem como os demais parâmetros adotados no seu cálculo.

#### 4.13 GARANTIA

O fabricante deve dar garantia de 24 meses a partir da data de emissão da nota fiscal ou de 18 meses de início de utilização, prevalecendo o que ocorrer primeiro, contra qualquer defeito de material, fabricação e acondicionamento dos cabos fornecidos, de acordo com os requisitos desta norma e conforme a NBR 8182.

Caso o cabo apresente defeito ou deixe de atender aos requisitos apresentados por esta norma, um novo período de garantia de 12 meses de operação satisfatória deverá entrar em vigor para o lote em questão.



Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 18 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

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

As despesas com mão-de-obra decorrentes de retirada e instalação de cabos, comprovadamente com defeito de fabricação, bem como o transporte entre almoxarifado da concessionária/permissionária e fabricante correrão por conta deste.

<b>Elaborado por:</b> PPCT - FECOERUSC	<b>Aprovado por:</b> Eng. João Belmiro Freitas	<b>Data de vigência:</b> 28/01/2009	<b>Página:</b> 19 de 52
---	---	--	----------------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

### 5.1 CONDUTOR FASE

O condutor fase deve ser constituído por um ou vários fios moles de cobre (com ou sem revestimento metálico) ou de alumínio.

Dependendo da seção transversal e da sua construção, o condutor fase é designado por:

- a) condutor de seção maciça;
- b) condutor de seção circular compactado.

Os condutores fase, de cobre ou alumínio, devem estar de acordo com a NBR NM 280, classe 1 ou 2.



A superfície dos condutores de seção maciça ou dos fios componentes dos condutores encordoados não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O condutor pronto na classe 2 não deve apresentar falhas de encordoamento.

O condutor de seção maciça ou os fios componentes do condutor encordoadado, antes de serem submetidos a fases posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da NBR NM 280.

### 5.2 CONDUTOR NEUTRO DE SUSTENTAÇÃO

O condutor neutro de sustentação deve ser constituído por:

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 20 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

- a) fios ou cabos de alumínio duro;
- b) fios ou cabos de cobre;
- c) cabos de alumínio – liga.

Dependendo de sua construção, o condutor neutro de sustentação é designado por:

- a) condutor de seção maciça;
- b) condutor de seção circular de formação simples ou combinada.



Os condutores de seção maciça (seção máximo de 16mm<sup>2</sup>) ou os fios componentes dos condutores encordoados, antes de serem submetidos às fases posteriores de fabricação e os condutores após encordoamento, devem satisfazer às seguintes normas e requisitos:

- a) condutores de cobre duro: NBR 5111 e NBR 6524, classe 1A ou 2A de condutor, com seção mínima de 6mm<sup>2</sup>;
- b) condutores de seção maciça de alumínio duro: NBR 5118, com seção mínima de 10mm<sup>2</sup>.
- c) condutores encordoados de alumínio duro: NBR NM 280, com seção máxima de 25mm<sup>2</sup> e formações conforme a norma NBR 8182;
- d) condutores encordoados de alumínio liga: NBR 10298, com seção mínima de 35mm<sup>2</sup> e formações conforme a NBR 8182.

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

Os condutores de alumínio-liga, quando encordoados, devem atender aos requisitos da NBR 10298, ter seção mínima de 10 mm<sup>2</sup> e formações conforme norma FECO-D-04.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 21 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

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

- a) resistência mínima a tração de acordo com a NBR 5118;
- b) têmpera dura (H19) de acordo com a NBR 5118;
- c) condutividade mínima de 61% IACS a 20°C;
- d) resistividade de 0,028264  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  a 20°C, conforme NBR 5118;
- e) estar de acordo com o item 6.5 da FECO-D-02 ;
- f) deve ter seção não compactada e encordoamento conforme a NBR 8182.



Os fios de alumínio-liga devem ser tratados termicamente e ter as seguintes características:

- a) resistência mínima à tração de acordo com a NBR 5285;
- b) alongamento mínimo de 3% em 2,50 mm, de acordo com a NBR 5285;
- c) resistividade de 0,0328  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ , de acordo com a NBR 5285;
- d) condutividade mínima de 52,50 IACS a 20°C;
- e) estar de acordo com o item 6.5 da FECO-D-02;
- f) deve ter seção não compactada e encordoamento conforme a NBR 8182.

Os fios de cobre devem ser tratados termicamente e ter as seguintes características:

- a) resistência à tração: O valor médio do lote deve ser igual ou superior ao valor mínimo individual acrescido de 9 MPa, de acordo com a NBR 5111;
- b) alongamento na ruptura: O valor médio do lote deve ser igual ou superior ao valor mínimo individual acrescido de 0,15%, de acordo com a NBR 5111;
- c) resistividade e condutividade elétrica

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 22 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

- 1) fios de cobre mole:  $0,017241\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m}$  ou  $0,15328 \Omega\cdot\text{g}/\text{m}^2$ , correspondendo à condutividade de 100%;
- 2) fios de cobre meio duro: de acordo com a norma NBR5111;
- 3) fios de cobre duro: de acordo com a norma NBR 5111.
- d) deve ter seção não compactada e encordoamento conforme a NBR 8182.

### 5.3 ISOLAÇÃO

A isolação deve ser constituída por composto termofixo à base de polietileno reticulado (XLPE).

Os requisitos físicos da isolação devem estar de acordo com a Tabela 6 do ANEXO A.

A isolação deve ser contínua e uniforme em toda sua extensão e isenta de materiais contaminantes e de porosidades visíveis com um aumento de até 5 vezes.

A espessura nominal da isolação de cada condutor fase deve estar de acordo com os valores da Tabela 2 do ANEXO A.

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



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

A espessura da isolação deve ser medida conforme NBR 6242.

### 5.4 PASSO DE REUNIÃO DOS CONDUTORES

O passo de reunião dos condutores deve ser no máximo 60 vezes o diâmetro do condutor fase conforme a NBR 8182.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 23 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------



	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

A verificação deve ser feita conforme NBR 6242.

Nota:

Não devem ser considerados os comprimentos das extremidades que possam apresentar alterações no passo de reunião.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 24 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------



	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## 6 INSPEÇÃO E ENSAIOS

### 6.1 GENERALIDADES

- a) Os cabos deverão ser submetidos à inspeção e ensaios na fábrica, na presença de inspetores credenciados pela Concessionária/permissionária;
- b) A Concessionária/permissionária se reserva o direito de inspecionar e testar os cabos e o material utilizado durante o período de sua fabricação, antes do embarque ou a qualquer tempo em que julgar necessário. O fabricante deverá proporcionar livre acesso do inspetor aos laboratórios e às instalações onde o material em questão estiver sendo fabricado, fornecendo as informações desejadas e realizando os ensaios necessários. O inspetor poderá exigir certificados e procedências de matérias primas e componentes, além de fichas e relatórios internos de controle;
- c) Antes de serem fornecidos os cabos, um protótipo de cada tipo deve ser aprovado, através da realização de todos os ensaios previstos no item 6.2;
- d) Os ensaios para aprovação do protótipo podem ser dispensados parcial ou totalmente, a critério da Concessionária / permissionária, se já existir um protótipo idêntico aprovado. Se os ensaios de tipo forem dispensados, o fabricante deve submeter um relatório completo de todos os ensaios previstos no item 6.2, com todas as informações necessárias, tais como métodos, instrumentos e constantes usadas. A eventual dispensa destes ensaios pela Concessionária/permissionária somente terá validade por escrito;
- e) O fabricante deve dispor de pessoal e de equipamentos de ensaios próprios ou contratados, necessários à execução dos ensaios (em caso de

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 25 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

contratação deve haver aprovação prévia da Concessionária / permissionária);

f) O fabricante deve assegurar ao inspetor da Concessionária/permissionária o direito de conhecer com detalhes as instalações e os equipamentos a serem utilizados, estudar todas as instruções e desenhos, verificar calibrações, presenciar ensaios, conferir resultados e, em caso de dúvida, efetuar novas inspeções e exigir a repetição de qualquer ensaio;

g) Todos os instrumentos e aparelhos de medição, máquinas de ensaios, etc., devem ter certificado de aferição emitido por órgão homologado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia) e válidos por um período de, no máximo 1 ano e por ocasião da inspeção, ainda dentro do período de validade, podendo acarretar desqualificação do laboratório o não cumprimento dessa exigência;

h) A aceitação do lote e/ou a dispensa de execução de qualquer ensaio:



- não exime o fabricante da responsabilidade de fornecer o material de acordo com os requisitos desta norma;
- não invalida qualquer reclamação posterior da Concessionária/permissionária a respeito da qualidade do material e/ou da fabricação.

Em tais casos, mesmo após haver saído da fábrica, o lote pode ser inspecionado e submetido a ensaios, com prévia notificação ao fabricante e, eventualmente, em sua presença.

Em caso de qualquer discrepância em relação às exigências desta norma, o lote pode ser rejeitado e sua reposição será por conta do fabricante.

i) Após a inspeção o fabricante deverá encaminhar à Concessionária / permissionária, por lote ensaiado, um relatório completo dos testes efetuados,

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 26 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

em 1 via, devidamente assinado por ele e pelo inspetor credenciado pela Concessionária / permissionária;

Este relatório deverá conter todas as informações necessárias para o seu completo entendimento, tais como: métodos, instrumentos, constantes e valores utilizados nos testes e os resultados obtidos;

j) Todas as unidades de produto rejeitadas, pertencentes a um lote aceito, devem ser substituídas por unidades novas e perfeitas, por conta do fabricante, sem ônus para a Concessionária / permissionária;

k) Nenhuma modificação nos cabos pode ser feita “a posteriori” pelo fabricante sem a aprovação da Concessionária / permissionária. No caso de alguma alteração, o fabricante deve realizar todos os ensaios de tipo, na presença do inspetor da Concessionária / permissionária, sem qualquer custo adicional;

l) A Concessionária/permissionária poderá, a seu critério, em qualquer ocasião, solicitar a execução dos ensaios de tipo para verificar se os cabos estão mantendo as características de projeto preestabelecidas por ocasião da aprovação dos protótipos;



m) Lote de Ensaios

Para o efeito de inspeção, os cabos deverão ser divididos em lotes, devendo os ensaios serem feitos na presença do inspetor credenciado pela Concessionária/permissionária;

n) O custo dos ensaios deve ser por conta do fabricante;

o) A Concessionária/permissionária se reserva o direito de exigir a repetição de ensaios em lotes já aprovados. Nesse caso as despesas serão de responsabilidade da Concessionária/permissionária, se as unidades ensaiadas forem aprovadas na segunda inspeção, caso contrário correrão por conta do fabricante;

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 27 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

p) Os custos da visita do inspetor da Concessionária/permissionária (locomoção, hospedagem, alimentação, homem-hora e administrativos) correrão por conta do fabricante nos seguintes casos:

- se na data indicada na solicitação de inspeção o material não estiver pronto;
- se o laboratório de ensaio não atender às exigências do item 6.2;
- se o material fornecido necessitar de acompanhamento de fabricação ou inspeção final em subfornecedor, contratado pelo fornecedor, em localidade diferente da sua sede;
- se o material necessitar de reinspeção por motivo de recusa.

## 6.2 ENSAIOS

Os ensaios previstos nesta norma são os seguintes:

- ensaios de recebimento;
- ensaios de tipo;
- ensaios especiais.



## 6.3 RELAÇÃO DOS ENSAIOS – CRITÉRIOS DE AMOSTRAGEM

### 6.3.1 Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento são:

- inspeção visual segundo 6.4.1;
- verificação dimensional da construção do cabo, conforme item 6.5 da FECO-D-07;

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 28 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

- c) ensaio de resistência elétrica a 20°C, segundo 6.4.2;
- d) ensaio de tensão elétrica, segundo 6.4.3;
- e) ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, segundo 6.4.4.

### 6.3.2 Ensaio especiais

Os ensaios especiais são:



- a) ensaio de tensão elétrica de longa duração, segundo 6.4.6;
- b) ensaio de tração do composto da isolação, segundo item 1, da Tabela 6 do ANEXO A ;
- c) alongamento a quente do composto da isolação, segundo item 2, Tabela 6 do ANEXO A.

Os ensaios especiais devem ser feitos para os casos em que os pedidos de compra de cabos sejam superiores à quantidade de 2,00 km e que tenham mesma bitola e formação. Para ordens de compra com comprimentos de cabo inferior ao acima estabelecido, o fabricante deve fornecer, se solicitado, um certificado onde conste que o cabo cumpra aos requisitos especiais desta norma.

O número de amostras requerido deve ser conforme Tabela 3 do ANEXO A.

A amostra é constituída por dois comprimentos suficientes de cabo, retirados das extremidades de unidades quaisquer de expedição, após ter sido eliminada, se necessário, qualquer porção do cabo que tenha sofrido danos. Para o ensaio da alínea b de 6.3.2 a amostra é constituída por um único pedaço de cabo com comprimento útil a ser ensaiado de, no mínimo, 5 metros.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 29 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

### 6.3.3 Ensaios de tipo

Os ensaios de tipo são:

- a) ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima em regime permanente, segundo 6.4.5;
- b) ensaio de resistência à abrasão, segundo 6.4.8;
- c) ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento, segundo 6.4.7;
- d) ensaio para determinação do teor de negro de fumo, segundo item 5, Tabela 6 do ANEXO A;
- e) ensaio de absorção de umidade, segundo item 3, Tabela 6 do ANEXO A;
- f) ensaio de retração da isolação ao calor, segundo item 4, Tabela 6 do ANEXO A ;
- g) ensaios mecânicos e elétricos do condutor neutro.



A amostra deve ser constituída por dois pedaços de cabo completo com comprimento de 10 a 15m, correspondentes à menor seção do condutor, produzida pelo fabricante. Outras formações podem ser escolhidas mediante acordo prévio entre concessionária/permissionária e fabricante.

## 6.4 DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS

### 6.4.1 Inspeção visual

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 30 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

- a) características gerais do cabo;
- b) identificação conforme item 4.9;
- c) marcação conforme item 4.10;
- d) acondicionamento conforme item 4.11;
- e) acabamento.

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



#### 6.4.2 Ensaio de resistência elétrica

A resistência elétrica máxima dos condutores fase, referida a 20°C e a um comprimento de 1 km, deve estar conforme NBR 6252, para condutores de alumínio. A resistência elétrica máxima dos fios componentes ou a resistência elétrica máxima do condutor de sustentação, referida a 20° C e a um comprimento de 1 km, deve estar conforme:

- a) NBR 5118, para condutor de alumínio duro e seção maciça;
- b) NBR 7271, para condutores encordoados de alumínio duro;
- c) NBR 5285, para condutor maciço de alumínio-liga;
- d) NBR 6524, Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas – especificação;
- e) NBR 10298, para condutores encordoados de alumínio-liga.

O cabo deve ser ensaiado conforme NBR 6814.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 31 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

#### 6.4.3 Ensaios de tensão elétrica

- 1) O cabo quando submetido à tensão elétrica alternada, freqüência 48 a 62Hz, valor 4 kV, não deve apresentar perfuração, conforme NBR 7285;
- 2) O tempo de aplicação de tensão deve ser 5 minutos;
- 3) Os cabos com condutor neutro de sustentação não isolados devem ser ensaiados a seco. A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor fase e todos os outros condutores curto-circuitados e aterrados;
- 4) Os cabos devem ser ensaiados em água. O tempo de imersão, antes do ensaio, não deve ser inferior a 1h e a tensão elétrica deve ser aplicada entre cada veia e a água;
- 5) Em alternativa, o requisito de 6.3.2.1 pode ser verificado com tensão elétrica contínua de valor igual a três vezes o valor correspondente em C.A., pelo tempo de 5 minutos;
- 6) O cabo deve ser ensaiado conforme NBR 6881.

#### 6.4.4 Resistência de isolamento à temperatura ambiente

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

$$R_i = K_i \log D / d$$

Onde:



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

$k_i$  = constante de isolamento igual a 3700  $M\Omega.km$ , para XLPE;

$D$  = diâmetro nominal sobre a isolação, em mm;

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 32 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

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

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

A conexão do cabo ao instrumento de medida deve ser realizada de acordo com o indicado para o ensaio de tensão elétrica, conforme tipo de construção do cabo.

O ensaio deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica, segundo NBR 6813.

No caso de ter sido este ensaio realizado com tensão elétrica contínua, a medição da resistência de isolamento deve ser feita 24 horas após os condutores terem sido curto-circuitados entre si e com água ou a terra.



Quando a medição da resistência de isolamento for realizada em meio ambiente com temperatura diferente de 20°C, o valor obtido deve ser referido a esta temperatura utilizando os valores de correção dados na Tabela 5 do ANEXO A.

O fabricante deve fornecer previamente o coeficiente por °C a ser utilizado, determinado conforme item 6.4.7.

O cabo deve ser ensaiado conforme NBR 6813.

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 33 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

#### 6.4.5 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima em regime permanente

A resistência de isolamento do condutor isolado a  $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$  para XLPE, referida a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a fórmula dada em 6.4.4, tomando-se a constante de isolamento igual a  $3,70 \text{ M}\Omega\cdot\text{km}$ .

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

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

O comprimento da amostra não deve ser inferior a 5 metros.

A amostra deve ser ensaiada conforme NBR 6813.

#### 6.4.6 Ensaio de tensão elétrica de longa duração

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



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

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

O ensaio deve ser aplicado em um corpo-de-prova constituído por um cabo completo com no mínimo 5 m de comprimento.

A amostra deve ser ensaiada conforme NBR 6881.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 34 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

#### 6.4.7 Ensaio para determinação do fator de correção da resistência de isolamento

As amostras devem ser preparadas e ensaiadas conforme NBR 6813 e o fator de correção de resistência de isolamento obtido deve ser aproximadamente igual ao previamente fornecido pelo fabricante.

#### 6.4.8 Ensaio de resistência à abrasão

Este ensaio é requerido para condutores fase.

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



O equipamento de ensaio deve ser constituído por:

- a) um rotor em gaiola de esquilo de 12 cm de diâmetro, em cuja periferia estão dispostas regularmente 12 barras de aço se seção circular de 12 mm de diâmetro (ANEXO D). As barras são fixadas solidamente sobre as duas faces do rotor de modo a não poderem girar em torno de seu próprio eixo;

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

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 35 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

O corpo de prova deve ser previamente condicionado à temperatura ambiente de ensaio, por um período de 48 horas. Após as barras serem limpas, o corpo de prova deve ser colocado sobre o rotor de forma que a extremidade sem isolamento seja fixada horizontalmente. A outra extremidade deve ficar livre e portar uma massa de:

- a) 3 kg para condutor de seção nominal igual ou inferior a 10 mm<sup>2</sup>;
- b) 5 kg para condutor de seção nominal superior a 10 mm<sup>2</sup>.



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

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

#### 6.4.9 Ensaios físicos do composto de isolamento

Estes ensaios estão indicados na Tabela 6 do ANEXO A, com os respectivos requisitos e métodos de ensaio.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 36 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## 7 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

### 7.1 ENSAIOS DE RECEBIMENTO

O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e de rejeição para os ensaios de recebimento devem estar de acordo com a Tabela 4 do ANEXO A.

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

A quantidade total de carretéis defeituosos deve ser levada à Tabela 4 do ANEXO A que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

### 7.2 ENSAIOS DE ROTINA



Sobre todas as unidades de expedição que tenham cumprido o estabelecido em 7.1 devem ser aplicados os ensaios de recebimento dados em 6.3.1, aceitando-se somente as unidades que satisfazem os requisitos especificados.

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

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

Para a inspeção podem ser adotados dois procedimentos:

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 37 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

- a) acompanhamento por parte do inspetor dos ensaios da concessionária/permissionária de rotina realizados pelo fabricante;
- b) adoção de amostragem, por ocasião da apresentação do lote para inspeção final, segundo critérios estabelecidos de comum acordo entre fabricante e concessionária/permissionária por ocasião da confirmação da ordem de compra.

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

### 7.3 ENSAIOS ESPECIAIS



Sobre as amostras obtidas conforme critério estabelecido em 6.3.2 devem ser aplicados os ensaios especiais estabelecidos nesta mesma seção. Devem ser aceitos os lotes que satisfizerem os requisitos especificados.

Se em qualquer dos ensaios especiais, com exceção do previsto em 6.3.2 a, resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, o lote do qual foi retirada a amostra deve ser rejeitado.

### 7.4 RECUPERAÇÃO DE LOTES PARA INSPEÇÃO

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 38 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	



## 7.5 RELATÓRIOS DOS ENSAIOS

O fornecedor deve remeter à concessionária/permissionária uma via de relatórios dos ensaios efetuados, devidamente assinados pelo representante do fabricante pelo inspetor da concessionária/permissionária.

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

- a) nome do ensaio;
- b) nome da concessionária/permissionária e do fornecedor;
- c) número e item do Contrato de Fornecimento de Material, emitido pela concessionária/permissionária;
- d) número da ordem de fabricação ou documento equivalente emitido pelo fornecedor;
- e) data e local do ensaio;
- f) identificação e quantidade dos cabos submetidos a ensaio;
- g) descrição sumária do processo de ensaio, com constantes, métodos e instrumentos empregados;
- h) valores obtidos no ensaio (em cada corpo-de-prova ensaiado);
- i) atestado dos resultados, informando de forma clara e explícita se o cabo ensaiado passou ou não no ensaio;
- j) memória de cálculo com os respectivos resultados;
- k) nome e assinatura do inspetor da concessionária/permissionária e do responsável pelo ensaio.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 39 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

## ANEXOS

### ANEXO A – Tabelas 1 a 6

Tabela 1

#### Temperatura Máxima do Condutor

Condições de operação	Temperatura Máxima no condutor (°C) Cabo isolado com XLPE
Em regime permanente	90
Em regime de sobrecarga	130
Em regime de curto-circuito	250

Tabela 2

#### Espessura da Isolação e Tensão Elétrica de Ensaio

Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Espessura da Isolação (mm)	Tensão de Ensaio em CA - kV	
		Rotina	Especial e Tipo em água
10	1,2	4	10
16			
25	1,4		
35			
50	1,6		
70			

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 40 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------



	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

Tabela 3  
Plano de Amostragem para os Ensaios Especiais

Comprimento do cabo (km)		Número de amostras
acima de	até inclusive	
2	10	1
10	20	2
20	30	3
30	40	4
40	50	5

Nota:

Para compras de cabos com comprimentos superiores a 50 km, o número de amostras adicionais pode ser previamente estabelecido na ordem de compra. Caso não seja estabelecido, deve se tomar uma amostra a cada 10 km adicionais.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 41 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------



	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

Tabela 4

Plano de Amostragem para os Ensaios de Recebimento

- Regime de inspeção normal
- Amostragem dupla
- Nível de inspeção II
- NQA = 4%

Tamanho do Lote (*)	Amostra		Ac	Re
	Seqüência	Tamanho		
até 25	-	3	0	1
26 a 90	1 <sup>a</sup>	8	0	2
	2 <sup>a</sup>	8	1	2
91 a 150	1 <sup>a</sup>	13	0	3
	2 <sup>a</sup>	13	3	4
151 a 280	1 <sup>a</sup>	20	1	4
	2 <sup>a</sup>	20	4	5

(\*) Número de carretéis

Ac = número de unidades defeituosas que ainda permite aceitar o lote;

Re = número de unidades defeituosas que implica na rejeição do lote.

Procedimento para a amostragem dupla:

Inicialmente, ensaiar um número de igual ao da primeira amostra obtida na Tabela 4.

Se o número de unidades defeituosas encontradas estiver compreendido entre “Ac” e “Re” (excluídos estes valores), deve ser ensaiada a segunda amostra.

O total de unidades defeituosas encontrado depois de ensaiadas as duas amostras deve ser menor ou igual ao maior “Ac” especificado.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 42 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------





	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

Tabela 5

Fatores para correção da resistência de Isolamento em função da temperatura

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 43 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 44 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------



	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	



Tabela 6

Requisitos Físicos da Isolação do Composto de Polietileno Termofixo (XLPE)

Item	Classif. dos ensaios	Método de ensaio	Ensaio	Unidade	Requisitos XLPE	
1	Especial e tipo	Ensaio de tração				
1.1		NBR 6241	Sem envelhecimento: - resistência à tração, mínimo - alongamento à ruptura, mínimo	Mpa %	12,5 200	
1.2		NBR 6238	Após envelhecimento em estufa a ar sem o condutor: - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ). - duração - variação máxima (A)	$^{\circ}\text{C}$ dias %	135 7 25	
1.3		NBR 6238	Após o envelhecimento em estufa a ar com o condutor: - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) - duração - variação máxima (A)	$^{\circ}\text{C}$ dias %	150 7 30	
1.4		NBR 6238	Após envelhecimento em estufa a ar com condutor, seguido de ensaio de dobramento (somente se 1.3 não for exequível): - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ). - duração	$0^{\circ}\text{C}$ dias	150 10	
2	Especial e tipo	NBR 7292	Alongamento a quente: - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) - tempo sob carga - solicitação mecânica - máximo alongamento sob carga - máximo along. Após resfriamento	$0^{\circ}\text{C}$ min. Mpa % %	200 15 0,20 175 15	
3	Tipo	NBR 7040	Absorção de água: método gravimétrico: - duração da imersão - temperatura (tolerância $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) - var. máxima permissível de massa	dias $^{\circ}\text{C}$ mg/cm <sup>2</sup>	14 85 1	
4	Tipo	NBR 7042	Retração - temperatura (tolerância $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ) - duração - retração máxima permissível	$^{\circ}\text{C}$ hora %	130 1 4	
5	Especial e tipo	NBR 7104	Teor de negro de fumo - porcentagem mínima	%	2	

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



Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 45 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

ANEXO B - Dados técnicos e características garantidas cabo multiplexado auto – sustentado

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

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 46 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	



ANEXO C - Cotação de ensaios de tipo cabo multiplexado auto-sustentado

Item	Ensaio	Preço (R\$)
1	Resistência de isolamento a 90°C	
2	Resistência à abrasão	
3	Determinação do fator de correção da resistência de isolamento	
4	Determinação do teor de negro de fumo	
5	Absorção de umidade	
6	Retração da isolação ao calor	
7	Mecânicos e elétricos do condutor neutro	

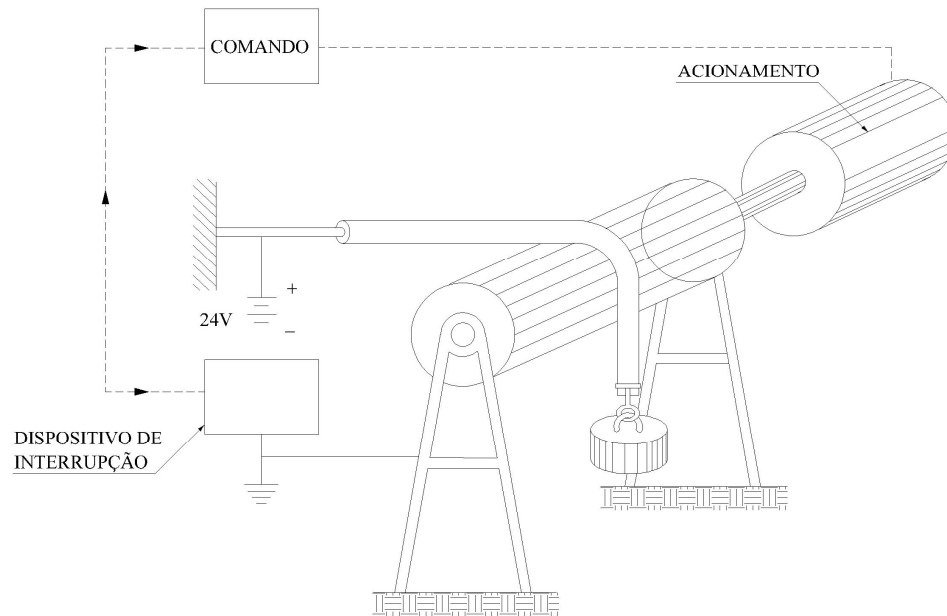
Nota:

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



Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 47 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

ANEXO D - Esquema para ensaio de resistência a abrasão



Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 48 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	



## APÊNDICE

### APÊNDICE A - Entidades e participantes na elaboração das normas técnicas do programa de padronização do sistema FECOERUSC

COORDENAÇÃO TÉCNICA DOS TRABALHOS  
Pela FECOERUSC: Eng. João Belmiro Freitas



<p>FECOERUSC - FEDERAÇÃO DAS COOPERATIVAS DE ENERGIA DE SANTA CATARINA          Presidente : José Grasso Comelli          Gerente Administrativo : Adermo Francisco Crispim          Coordenador Programa Padronização: Eng. João Belmiro Freitas          Assessor Técnico: Valdemar Venturi          Assistente Técnico: Evandro Reis</p>	
<p>CEESAM – COOPERATIVA DE ENERGIA ELÉTRICA SANTA MARIA          Rua Frei Ernesto, 131 CEP: 89125-000 Benedito Novo          Fone: (47) 3385-3101 Email: <a href="mailto:ceesam@terra.com.br">ceesam@terra.com.br</a>          Presidente: Marcos Persuhn</p>	<p>Departamento Técnico:          Eng. Deonísio L. Lobo          Jocemar Eugênio Filippe          Silvestre Ressati</p>
<p>CEGERO – COOPERATIVA DE ELETRICIDADE SÃO LUDGERO          Rua Padre Auling, 254 – Centro CEP: 88730-000 São Ludgero          Fone: (48) 3657-1110 Email: <a href="mailto:cegero@cegero.coop.br">cegero@cegero.coop.br</a>          Presidente: Danilo Niehues</p>	<p>Departamento Técnico:          Eng. Adriano Virgílio Maurici          Juliano Gesing Mattos          Marcos José Della Justina</p>
<p>CEJAMA – COOPERATIVA DE ELETRICIDADE JACINTO MACHADO          Av. Padre Herval Fontanella, 1.380 CEP:88950-000 Jacinto Machado          Fone: (48) 3535-1199 Email: <a href="mailto:contabil.cejama@contato.net">contabil.cejama@contato.net</a>          Presidente: Valdemiro Recco</p>	<p>Departamento Técnico:          Eng. Jones Allen G. de Oliveira          Matheus Roecker          Natanael Dagostin Ghellere</p>
<p>CEPRAG – COOPERATIVA DE ELETRICIDADE PRAIA GRANDE          Rua Dona Maria José, 318 – Centro CEP: 88900-000 Praia Grande          Fone: (48) 3532-6400 Email: <a href="mailto:ceprag@ceprag.com.br">ceprag@ceprag.com.br</a>          Presidente: Hercício Marciano Cardoso</p>	<p>Departamento Técnico:          Eng. Jackson Rovaris          Júnior Cesar C. Kruger          João Batista Raupp</p>
<p>CERAÇÁ - COOPERATIVA DE INFRA-ESTRUTURA E DESENVOLVIMENTO VALE DO ARAÇÁ          Rua Miguel Couto, 254 CEP: 89868-000 Saudades          Fone: (49) 3334-3300 Email: <a href="mailto:ceraca@ceraca.com.br">ceraca@ceraca.com.br</a>          Presidente: José Samuel Thiesen</p>	

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 49 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	



<p><b>CERAL – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE ANITÁPOLIS</b> Rua Paulico Coelho, 11 – Centro CEP: 88475-000 Anitápolis Fone: (48) 3256-0153 Email: <a href="mailto:coopceral@yahoo.com.br">coopceral@yahoo.com.br</a> Presidente: Laudir Pedro Coelho</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Luiz Felipe Rodrigues</p>
<p><b>CERBRANORTE – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE BRAÇO DO NORTE</b> Rua Jorge Lacerda, 1761 CEP: 88750-000 Braço do Norte Fone: (48) 3658- 2499 Email: <a href="mailto:cerbranorte@cerbranorte.com.br">cerbranorte@cerbranorte.com.br</a> Presidente: Evanísio Uliano</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Anísio dos Anjos Paes Eng. Fábio Mouro Antônio Oenning</p>
<p><b>CEREJ – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO DO NÚCLEO COLONIAL SENADOR ESTEVES JÚNIOR</b> Rua João Coan, 300 - Jardim São Nicolau / BR 101 - Km 195 CEP: 88160-000 Biguaçu Fone: (48) 3243-3000 Email: <a href="mailto:renato@cerej.com.br">renato@cerej.com.br</a> Presidente: Édson Flores da Cunha</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Landell Ones Michelin Augusto Bonatelli Émerson Cabral</p>
<p><b>CERGal – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL ANITA GARIBALDI</b> Estrada Geral da Madre, 4.680 CEP 88706-100 Tubarão Fone: (48) 3301-5284 Email: <a href="mailto:cergal@cergal.com">cergal@cergal.com</a> Presidente: Genesio Souza Goulart</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Eduardo Dal Bó Eng. Valério Mário Battisti Eng. Élcio Garanhani Reinaldo Mota</p>
<p><b>CERGAPA – COOPERATIVA DE ELETRICIDADE DE GRÃO PARÁ</b> Rua Jorge Lacerda, 45 CEP: 88890-000 Grão Pará Fone: (48) 3652-1150 Email: <a href="mailto:cooperativagp@bon.matrix.com.br">cooperativagp@bon.matrix.com.br</a> Presidente: Ademir Steiner</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Anísio dos Anjos Paes</p>
<p><b>CERGRAL – COOPERATIVA DE ELETRICIDADE DE GRAVATAL</b> Rua Engº Annes Gualberto, 288 – Centro CEP: 88735-000 Gravatal Fone: (48) 3642-2158 Email: <a href="mailto:cergral@bon.matrix.com.br">cergral@bon.matrix.com.br</a> Presidente: José Grasso Comelli</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Edmundo Luiz Costa Maxciel Neto Mendes</p>
<p><b>CERMOFUL – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE MORRO DA FUMAÇA</b> Rua Pref. Paulino Bif, 151 – Centro CEP: 88830-000 Morro da Fumaça Fone: (48) 3434-8100 Email: <a href="mailto:cermoful@cermoful.coop.br">cermoful@cermoful.coop.br</a> Presidente: Armando Bif</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Flávio José Comandolli Eng. Pedro Bosse Neto Adélcio Cavagnoli Daniel Barcelos João Samuel Cascaes Natal</p>

<b>Elaborado por:</b> PPCT - FECOERUSC	<b>Aprovado por:</b> Eng. João Belmiro Freitas	<b>Data de vigência:</b> 28/01/2009	<b>Página:</b> 50 de 52
---	---	--	----------------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

<p>CERPALO – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE PAULO LOPES Rua João de Souza, 355 – Centro CEP: 88490-000 Paulo Lopes Fone: (48) 3253-0141 Email: <a href="mailto:cerpalo@terra.com.br">cerpalo@terra.com.br</a> Presidente: Nilso Pedro Pereira</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Landell Ones Michielin Edevaldo Marino Santos João da Silva Flores</p>
<p>CERSAD – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE SALTO DONNER Rua da Glória, 130 CEP: 89126-000 Salto Donner Fone: (47) 3388-0166 Email: <a href="mailto:cersad@terra.com.br">cersad@terra.com.br</a> Presidente: Rogério Maas</p>	<p>Departamento Técnico Eng. Fernando Dalmônico Everaldo Marcarini</p>
<p>CERSUL – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL SUL CATARINENSE Rua Antônio Bez Batti, 525 CEP: 88930-000 Turvo Fone: (48) 3525-8400 Email: <a href="mailto:cersul@cersul.com.br">cersul@cersul.com.br</a> Presidente: Renato Luiz Manenti</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Moacir Antônio Daniel Eng. Rômulo Grechi Adalto José Conti Cristian Mônico Evandro Carlos dos Reis</p>
<p>CERTREL – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE TREVISO Rua Prof. José Abati, 588 CEP: 88862-000 Treviso Fone: (48) 3469-0029 Email: <a href="mailto:certrel@cyber.com.br">certrel@cyber.com.br</a> Presidente: Volnei José Piacentini</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Luciano Marcos Antunes Pinto Anselmo João Pagani Joalmir Locatelli Marcelo Possato Sérgio Luiz Rosso Tales Alberto Rosso</p>
<p>COOPERA – COOPERATIVA MISTA PIONEIRA Av. 25 de Julho, 2.736 CEP: 88850-000 Forquilha Fone: (48) 2102-1212 Email: <a href="mailto:coopera@coopera.com.br">coopera@coopera.com.br</a> Presidente: Carlos Alberto Arns</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Rosemerto Resmini Fábio Silvano Eduardo Gamba Mateus Rabelo</p>
<p>COOPERALIANÇA – COOPERATIVA ALIANÇA Rua Ipiranga, 333 – Centro CEP: 88820-000 Içara Fone: (48) 3461-3200 Email: <a href="mailto:cooperalianca@cooperalianca.com.br">cooperalianca@cooperalianca.com.br</a> Presidente: Pedro Deonizio Gabriel</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Edmilson Maragnon Mateus Búrgio Dalmolin</p>
<p>COOPERCOCAL – COOPERATIVA DE ENERGIA COCAL DO SUL Av. Polidoro Santiago, 555 CEP: 88845-000 Cocal do Sul Fone: (48) 3447-7000 Email: <a href="mailto:coopercocal@engeplus.com.br">coopercocal@engeplus.com.br</a> Presidente: Ítalo Rafael Zaccaron</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Luciano Marcos Antunes Pinto Adriécio de March Altair L. Mello Rogério Correa Rodrigues</p>
<p>COOPERMILA – COOPERATIVA MISTA LAURO MULLER Rua 20 de Janeiro, 418 CEP: 88880-000 Lauro Muller Fone: (48) 3464-3060 Email: <a href="mailto:coopermila@coopermila.com.br">coopermila@coopermila.com.br</a> Presidente: Alcimar Damiani de Brida</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Ariovaldo Dezotti</p>

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 51 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------

	<b>Tipo:</b> Norma Técnica e Padronização	<b>FECO-D-09</b>
	<b>Área de Aplicação:</b> Distribuição de Energia Elétrica BT	<b>Versão: 01/09</b>
	<b>Título do Documento:</b> Rede Multiplexada de Baixa Tensão: Cabos de Potência	

<p>COOPERZEM – COOPERATIVA DE ELETRIFICAÇÃO RURAL DE ARMAZÉM Rua Emiliano Sá, 184 CEP: 88740-000 Armazém Fone: (48) 3645-4000 Email: <a href="mailto:cooperzem@cooperzem.com.br">cooperzem@cooperzem.com.br</a> Presidente: Gabriel Bianchet</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Edmundo Luiz Costa Jayson Wensing Heidemann (In memorian) Luiz Carlos Eising Marcelo Correa das Neves Ricardo Zapellini Danfenbach</p>
<p>COORSEL – COOPERATIVA REGIONAL SUL DE ELETRIFICAÇÃO RURAL Av. 7 de Setembro, 288 – Centro CEP: 88710-000 Treze de Maio Fone: (48) 3625-0141 Email: <a href="mailto:coorsel@coorsel.com.br">coorsel@coorsel.com.br</a> Presidente: Geraldo Luiz Knabben</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Pedro Bosse Neto Eng. Tadeu Luis Mariot João Paulo Fernandes</p>
<p>SINTRESC – SINDICATO DOS TRABALHADORES NA INDÚSTRIA DE ENERGIA ELÉTRICA DO SUL DE SANTA CATARINA Av. Nereu Ramos, 326 – Centro CEP: 88745-000 Tubarão Fone: (48) 3623-1233 Email: <a href="mailto:sintresc@sintresc.org.br">sintresc@sintresc.org.br</a> Presidente: Henri Machado Claudino</p>	<p>Departamento Técnico: Eng. Flávio José Comandoli Eng. Luciano Marcos Antunes Pinto José Paulo dos Reis</p>
<p>SATC EDUCAÇÃO E TECNOLOGIA Rua Pascoal Meller, 75 – Universitário CEP: 88805-380 Criciúma Fone: (48) 3431-7654 Email: <a href="mailto:extensao@satc.edu.br">extensao@satc.edu.br</a> Diretora: Karoline Possamai Rosso Alves Diretor Adjunto: Cláudio Roberto Silveira</p>	<p>Departamento Técnico: Extensão SATC Eng. Marcelo Nunes Mariano Jucemar Cardoso da Silva Gustavo Leepkahn Dassi Sérgio Bruchchen Anderson Collodel</p> <p>Revisão Metodológica e Ortográfica: Michelle Pinheiro Maria Bernadete Simão de Luca</p> <p>Desenho: Anderson Spacek Gerson Maximiliano Samuel Cascaes Natal Rogério Corrêa Rodrigues Samuel Tertuliano</p> <p>Jurídico: Juliano Marto Nunes</p>

A coordenação do Programa de Padronização do Sistema FECOERUSC agradece as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram na elaboração desta norma técnica.

Elaborado por: PPCT - FECOERUSC	Aprovado por: Eng. João Belmiro Freitas	Data de vigência: 28/01/2009	Página: 52 de 52
------------------------------------	--	---------------------------------	---------------------