	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Cabo Concêntrico Alumínio - Especificação

1 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Esta Especificação apresenta os requisitos técnicos mínimos ao fornecimento, relativos as características, projeto, fabricação, ensaios dos cabos concêntricos 0,6/1kV, alumínio, isolado com polietileno termofixo (XLPE), destinados à utilização em ramais de ligação de energia elétrica de baixa tensão, das distribuidoras do Grupo CPFL Energia.


2 REFERÊNCIAS

Os demais termos técnicos utilizados nesta especificação estão definidos na NBR 5456, NBR 5471 e NBR 6251.

O projeto, a fabricação e os ensaios a serem efetuados no cabo monofásico e bifásico deverão satisfazer às exigências desta especificação e, no que não a contrarie, às seguintes normas nas suas últimas revisões;

NBR 5118	Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos – Especificação;
NBR 5426	Planos de amostragem e procedimento na inspeção por atributos;
NBR 5456	Eletricidade geral – Terminologia;
NBR 5471	Condutores elétricos – Terminologia;
NBR 6251	Cabo de potência com isolamento sólida extrudada, para tensões de 1 a 35kV – Construção;
NBR 6810	Fios e cabos elétricos – Tração à ruptura em componentes metálicos – Método de ensaio;
NBR 6813	Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência de isolamento – Método de ensaio;
NBR 6814	Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência elétrica – Método de ensaio;
NBR 6815	Fios e cabos elétricos – Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos – Método de ensaio;
NBR NM 280	Condutores de cobre mole para fios e cabos isolados – Características;
NBR 6881	Fios e cabos elétricos de potência ou controle – Ensaio de Tensão – Método de ensaio
NBR 7310	Transporte, armazenamento e utilização de bobinas com fios, cabos elétricos ou cordoalhas de aço;
NBR 7312	Rolos de fios e cabos elétricos – Características dimensionais;
NBR 7312	Rolos de fios e cabos elétricos – Características dimensionais – Padronização;
NBR 11137	Carretéis de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos –

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14786	Manual	1.1	Caius Vinícius S. Malagoli	20/02/2018	1 de 7

	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Cabo Concêntrico Alumínio - Especificação

Dimensões e estruturas – Padronização;

- NBR 15443 Fio, cabos e condutores elétricos – Verificação dimensional e de massa
- NBR 15716 Cabos concêntricos para ramais de consumidores com isolamento interna de XLPE e isolamento externa de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1kV – Requisitos de desempenho;
- NBR NM 244 Condutores e cabos isolados – Ensaio de Centelhamento
- NBR NM-IEC 60811-1-1 Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral - Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas - Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas
- NBR NM-IEC 60811-1-3 Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 3: Métodos para a determinação da densidade de massa – Ensaio de absorção de água – Ensaio de retração
- 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
- NBR NM-IEC 60811-4-1 Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos - Parte 4: Métodos específicos para os compostos de polietileno e polipropileno - Capítulo 1: Resistência à fissuração por ação de tensões ambientais - Ensaio de enrolamento após envelhecimento térmico no ar - Medição do índice de fluidez - Determinação do teor de negro-de-fumo e/ou de carga mineral em polietileno

As normas mencionadas não excluem outras que assegurem qualidade igual ou superior às indicadas. De qualquer forma o proponente deverá indicar na sua proposta, as normas e suas partes aplicáveis, fornecendo cópias daquelas adotadas. Em caso de dúvida ou contradição terá primazia esta especificação, em seguida as normas recomendadas e finalmente as normas apresentadas pelo proponente.


O projeto, a matéria prima, a mão-de-obra e a fabricação deverão incorporar tanto quanto possível os melhoramentos tecnológicos que possam surgir, mesmo quando não mencionados nesta especificação.

Documentos Complementares Necessários

GED 5906 – Cabo Concêntrico Bifásico – Padronização

GED 5907 – Cabo Concêntrico Monofásico - Padronização

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14786	Manual	1.1	Caius Vinícius S. Malagoli	20/02/2018	2 de 7

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Cabo Concêntrico Alumínio - Especificação

3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

Os cabos se caracterizam pelas tensões de isolamento $V_0/V = 0,6/1kV$.

As condições de operação em regime permanente, em regime de sobrecarga ou regime de curto-circuito devem estar de acordo com a NBR 6251.

4 CARACTERÍSTICAS DE PRODUÇÃO

4.1 Condutor Fase - Central

Os fios componentes do condutor encordoado, antes de serem submetidos a fases posteriores de fabricação devem atender aos requisitos da NBR 5118.

O condutor fase deve ser de alumínio 1350 têmpera H19, composto de 7 fios , classe 2, não compactado e estar de acordo com as exigências da NBR NM 280.

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

4.2 Primeiro Condutor Concêntrico (Fase ou Neutro)

Os fios componentes do condutor neutro concêntrico devem estar de acordo com a NBR 5118.

O condutor fase concêntrico deverá ser de alumínio com alongamento mínimo de 15% e suas características elétricas deverão ser iguais à especificada para o condutor fase-central.

A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, aspereza, estrias ou inclusões.

4.3 Segundo Condutor Concêntrico - Neutro

O condutor neutro concêntrico deverá ser de alumínio com alongamento mínimo de 15% e suas características elétricas deverão ser iguais à especificada para o condutor fase central.


A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, aspereza, estrias ou inclusões.

Os fios componentes do condutor fase concêntrico e neutro concêntrico, antes de serem submetidos às fases posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da NBR 5118.

Os fios componentes do condutor concêntrico (fase ou neutro) devem ser aplicados de forma helicoidal sobre a isolação do condutor fase ou capa interna, com passo máximo de 23 vezes o diâmetro da superfície a ser coberta, garantindo uma cobertura mínima de 85%.

O espaçamento entre os fios deve ser regular ao longo de toda a seção transversal garantindo um mínimo de 85% de cobertura da isolação.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14786	Manual	1.1	Caius Vinícius S. Malagoli	20/02/2018	3 de 7

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Cabo Concêntrico Alumínio - Especificação

4.4 Separador

Sobre os condutores fase concêntrico e neutro concêntrico deve ser aplicada uma fita separadora constituída de material não higroscópico e compatível, química e termicamente, com o material do condutor e da isolação.

4.5 Isolação

A isolação, tanto do condutor fase central, quanto do condutor fase concêntrico, deve ser constituída por um composto extrudado à base de polietileno reticulado (XLPE) conforme NBR 6251, na cor preta, com no mínimo 2% de negro de fumo.

Deverá ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento, devendo estar justaposta ao condutor, porem facilmente removível e não aderente a este.

4.6 Cobertura

A cobertura deve ser constituída por um composto extrudado à base de polietileno reticulado (XLPE) conforme NBR 6251, na cor preta, com no mínimo 2% de negro de fumo.

A cobertura aplicada sobre o condutor deve ser contínua em todo seu comprimento, uniforme, homogênea na cor preta, devendo conter negro-de-fumo disperso, com teor mínimo de 2%, quando ensaiada conforme a NBR NM-IEC 60811-4-1. Deverá estar justaposta ao condutor, porem facilmente removível e não aderente a este.

5 GARANTIA

A aceitação do pedido de compra pelo fabricante implica na aceitação incondicional de todos os requisitos desta especificação.

O fabricante deve garantir a eficiente operação do cabo por um período de 24 (Vinte e Quatro) meses a partir da data da emissão da nota fiscal ou período estipulado pela licitação ou pedido de compra, prevalecendo o maior período.

Se o defeito for decorrente de erro de projeto ou de produção, tal que comprometa todas as unidades do lote adquirido, o fornecedor deverá substituí-las, responsabilizando-se por todos os custos de material, mão-de-obra e transporte.

6 ENSAIOS


6.1 Procedimentos para os ensaios

6.1.1 Inspeção Visual

Antes de qualquer ensaio deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as unidades de expedição para verificação das condições estabelecidas no item 4.

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

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14786	Manual	1.1	Caius Vinícius S. Malagoli	20/02/2018	4 de 7

	Tipo de Documento:	Especificação Técnica
	Área de Aplicação:	Distribuição
	Título do Documento:	Cabo Concêntrico Alumínio - Especificação

6.1.2 Verificação Dimensional

O cabo deve ser ensaiado conforme NBR NM-IEC 60811-1-1.

6.1.3 Resistência Elétrica

A resistência elétrica máxima do condutor fase central, referida a 20°C e a 1 kV deve estar de acordo com a NBR NM 280 e o cabo deve ser ensaiado conforme a NBR 6814. Para os demais condutores, deve ser obedecido o mesmo valor de resistência elétrica do condutor fase central.

6.1.4 Tensão Elétrica Aplicada

O cabo quando submetido a uma tensão elétrica alternada, entre 48 e 62 Hz, de valor eficaz de 4 kV, pelo tempo de 5 min, não deve apresentar perfuração. O cabo deve ser ensaiado conforme a NBR 6881.

6.1.5 Resistência de Isolamento à Temperatura Ambiente

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

$$R_i = k_i \cdot \log D/d$$

Onde,

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

K_i = constante de isolamento igual a: 3.700 $M\Omega km$ para XLPE;

D = diâmetro sobre a isolação, em mm;

d = diâmetro sob a isolação, em mm.


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

O ensaio deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica aplicada. O cabo deve ser ensaiado conforme a NBR 6813.

6.1.6 Resistência de Isolamento à Temperatura máxima em Regime Permanente

A resistência de isolamento do(s) condutor(es) isolado(s) a 90° C para o XLPE, referida a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a fórmula apresentada no item 9.4, tomando-se a constante de isolamento $K_i = 3,70 M\Omega \times km$. O cabo deve ser ensaiado conforme NBR 6813.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14786	Manual	1.1	Caius Vinícius S. Malagoli	20/02/2018	5 de 7

	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Cabo Concêntrico Alumínio - Especificação

6.1.7 Tensão Elétrica de Longa Duração

A amostra deve ser submetida a uma tensão elétrica alternada de 1,8 kV de frequência entre 48 a 60Hz durante um tempo de 4h. A amostra deve ficar imersa em água por um tempo não inferior às 24h antes do ensaio. O cabo deve ser ensaiado conforme NBR 6881.

6.1.8 Ensaios Físicos do Composto de Isolação

Estes ensaios estão indicados na tabela 21 da NBR 6251, e devem ser realizados conforme os respectivos métodos de ensaios e requisitos definidos nas mesmas.

6.1.9 Ensaio de Teor de Negro-de-Fumo

O teor mínimo de negro-de-fumo na cobertura deve ser de 2%. O cabo deve ser ensaiado conforme NBR NM-IEC 60811-4-1.

6.1.10 Ensaio de Grau de Reticulação

Conforme NBR NM-IEC 60811-2-1– Métodos de ensaio comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos - Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos - Capítulo 1: Ensaios de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral.

6.2 Ensaios de Tipo

Antes de qualquer fornecimento, os cabos devem ser aprovados através da realização dos ensaios em laboratório de reconhecida idoneidade, cabendo a CPFL o direito de designar um inspetor para acompanhá-los e participar dos mesmos.


Os ensaios de tipo são os seguintes;

- a) Inspeção visual;
- b) Verificação dimensional do cabo;
- c) Resistência elétrica;
- d) Tensão elétrica;
- e) Resistência de isolamento a temperatura ambiente;
- f) Resistência de isolamento a temperatura máxima em regime permanente;
- g) Tensão elétrica de longa duração;
- h) Requisitos físicos do composto da isolamento;
- i) Teor de negro de fumo;
- j) Grau de reticulação

6.3 Ensaios de recebimento

Os ensaios de recebimento são:

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14786	Manual	1.1	Caius Vinícius S. Malagoli	20/02/2018	6 de 7

	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Distribuição
	Título do Documento: Cabo Concêntrico Alumínio - Especificação

- a) Inspeção visual;
- b) Verificação dimensional do cabo;
- c) Resistência elétrica;
- d) Tensão elétrica;
- e) Resistência de isolamento a temperatura ambiente.

Deverão ser realizados conforme os critérios de amostragem aceitação e rejeição prevista na NBR 5426, segundo regime de inspeção geral, nível de inspeção II, plano de amostragem duplo normal e NQA 4%.

7 REGISTROS DE REVISÃO

Este padrão foi desenvolvido com a colaboração dos seguintes profissionais das empresas CPFL Energia:

Empresa	Colaborador
CPFL Paulista	Marcelo de Moraes
CPFL Piratininga	Antonio Carlos de Almeida Cannabrava
CPFL Santa Cruz	José Carlos Brizola Junior
CPFL Jaguari/Mococa/Leste e Sul Paulista	Marco Antonio Brito
RGE	Albino Marcelo Redmann
RGE Sul	Carlos Eduardo Balvedi

Alterações efetuadas:

Versão anterior	Data da versão anterior	Alterações em relação à versão anterior

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
14786	Manual	1.1	Caius Vinícius S. Malagoli	20/02/2018	7 de 7