

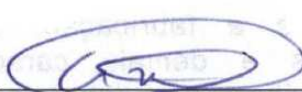
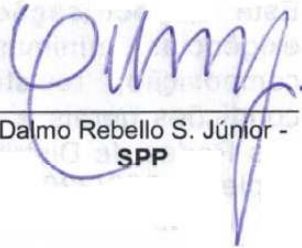


ELABORADO	RECOMENDADO	APROVADO
<hr/> <p align="center">Aldemar Silva de Melo – GRAQ</p>  <hr/> <p align="center">Celso Nogueira da Mota – GRNT</p>  <hr/> <p align="center">Kamila Franco Paiva – GRNT</p>	 <hr/> <p align="center">Celso Nogueira da Mota - GRNT</p>	 <hr/> <p align="center">Dalmo Rebello S. Júnior - SPP</p>

**TABELA 1**

NTD	CÓDIGO CEB-D	TIPO DE CABO	FORMAÇÃO SEÇÃO NOMINAL (mm <sup>2</sup> )	CONDUTOR FASE			RESIST ELÉTRICA MÁXIMA A 20 °C (Ω/km)	MASSA APROX. DO CABO COMPLETO (kg/km)	CAPACID. APROX. DE CONDUÇÃO DE CORRENTE *	
				Nº MÍN. DE FIOS	DIÂMETRO DO CONDUTOR (mm)					
					MÍNIMO	MÁXIMO				
2.07	31005038	duplex	1x1x16 + 16	6	4,6	5,2	1,2	1,910	120	98
	31005040	triplex	2x1x16 + 16	6	4,6	5,2	1,2	1,910	195	83
	31005042	triplex	2x1x35 + 35	6	6,6	7,5	1,6	0,868	440	136
	31005043	quadplex	3x1x16 + 16	6	4,6	5,2	1,2	1,910	230	68
	31005031	quadplex	3x1x35 + 35	6	6,6	7,5	1,6	0,868	506	116
	31005032	quadplex	3x1x50 + 50	6	7,7	8,6	1,6	0,641	664	141
	31005033	quadplex	3x1x70 + 70	12	9,3	10,2	1,8	0,443	900	181
	31005034	quadplex	3x1x120+70	15	12,5	13,5	2,0	0,253	1400	265

\*Condutor a 90°C - 60 Hz e temperatura ambiente de 30°C, instalado ao ar livre, sem vento.  
Fonte: NBR-8182/2011 – Tabelas C.1 a C.3.

**TABELA 2 Cabo Mensageiro – Características Físicas/Elétrica**

TIPO	SEÇÃO NOMINAL (mm <sup>2</sup> )	NÚMERO DE FIOS	DIÂMETRO NOMINAL DO FIO (mm)	DIÂMETRO DO CABO (mm)	RESISTÊNCIA ELÉTRICA MÁXIMA A 20°C CC (Ω/km)	MASSA NOMINAL APROXIMADA (kg/km)	CARGA DE RUPTURA MÍNIMA (daN)	COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR POR °C
CA	16	7	1,70	5,10	1,910	44	300	23 x 10 <sup>-6</sup>
CAL	35	7	2,50	7,50	0,968	94	1092	
CAL	50	7	3,00	9,00	0,672	135	1572	
CAL	70	7	3,45	10,35	0,508	179	1991	

Fonte: NBR-8182/2011

**TABELA 3 Temperatura Máxima do Condutor, Isolados em XLPE**

Condições de Operação	Temperatura máxima no condutor (°C)
Regime Permanente	90
Regime de sobrecarga	130
Regime de curto-circuito	250

Fonte: NBR-8182/2011

## 1. OBJETIVO

Esta **Especificação Técnica de Material - EMD** padroniza e fixa as exigências mínimas para a fabricação, aquisição, dimensões, cores, composição, resistências e demais características, estabelecendo as condições gerais e específicas dos cabos isolados multiplexados, para uso nas Redes de Distribuição Aéreas Isoladas de baixa tensão (440/220 V para duplex e 380/220 V para triplex e quadplex) da CEB-D, a serem instalados em áreas de características urbanas e suburbanas, rurais e iluminação pública.

## 2. NORMAS E/OU DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Conforme a última versão das seguintes NBR's:

- NBR 8182 – Cabos de Potência Multiplexados Autossustentados com Isolação Extrudada de PE ou XLPE, para Tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de Desempenho;
- NBR 5118 – Fios de Alumínio 1350 Nus, de Seção Circular, para Fins Elétricos;
- NBR 5471 – Condutores Elétricos;
- NBR 6813 – Fios e Cabos Elétricos - Ensaio de Resistência de Isolamento;
- NBR 6814 – Fios e Cabos Elétricos - Ensaio de Resistência Elétrica;
- NBR 6815 – Fios e Cabos Elétricos - Ensaio de Determinação da Resistividade em Componentes Metálicos;
- NBR 6881 – Fios e Cabos Elétricos de Potência, Controle e Instrumentação - Ensaio de Tensão Elétrica;
- NBR 7270 – Cabos de Alumínio Nus com Alma de Aço Zincado para Linhas Aéreas – Especificação;
- NBR 7272 – Condutor Elétrico de Alumínio - Ruptura e Característica Dimensional
- NBR 10298 – Cabos de Liga Alumínio-Magnésio-Silício, Nus, para Linhas Aéreas – Especificação;
- NBRNM IEC60811(1.1;1.2;1.3;1.4;2.1;3.1;3.2;4.1) – Métodos de Ensaio Comuns para os Materiais de Isolação e de Cobertura de Cabos Elétricos;
- NBRNM280 – Condutores de Cabos Isolados (IEC 60228, MOD);
- CODI 3.2.18.21.0, ou outras normas ou documentos que assegurem igual ou superior qualidade ao produto.

## 3. DEFINIÇÕES

Conforme NBR 5471 e demais documentos técnicos citados no item 2.


## 4. CONDIÇÕES GERAIS

### 4.1. Identificação

**4.1.1. Identificação dos condutores:** Os cabos multiplexados, deverão ser **obrigatoriamente** identificadas **pelas cores**:

- **preta** para fase “**A**”;
- **cinza** para fase “**B**” e
- **vermelho** para a fase “**C**”.

**4.1.2. Identificação do cabo:** Qualquer sistema adicional, à base de números, palavras ou frisos, lével e indelevel, é permitido. No caso de

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DA DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>EMD - 03.005</b>
	<b>CABOS DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADOS COLORIDOS (AUTOSSUSTENTÁVEL DE 0,6/1,0 kV)</b>	Dezembro/2014 Grupo 3      Página 4/10

números ou palavras, esta marcação deve ser na cor branca a intervalos regulares de até 500 mm, com caracteres visíveis e indelévels, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) número de condutores e seção nominal em mm<sup>2</sup> – Exemplo: “**3x1x16 + 16**”;
- c) material do condutor (AL) e da isolação (XLPE);
- d) classe de tensão 0,6/1kV;
- e) ano de fabricação com 4 dígitos – Exemplo: “**2014**”; e
- f) nome da Distribuidora – “**CEB Distribuição S/A**”;
- g) tipo do condutor neutro (CA ou CAL);
- h) número da norma (caso necessário).

**4.1.3. Identificação do carretel:** Os carretéis devem ser marcados nas duas faces laterais externas, diretamente sobre o disco e/ou por meio de plaquetas metálicas de forma legível e indelével, no mínimo, com os seguintes dados:

- a) nome ou marca do fabricante;
- b) Indústria Brasileira;
- c) número de condutores, seção nominal em mm<sup>2</sup> – Exemplo: “3x1x16 + 16”;
- d) material do condutor (AL), isolação (XLPE) e tensão de isolamento;
- e) classe de tensão, em kV;
- f) massa bruta e líquida (kg);
- g) comprimento do lance expresso em metros (m);
- h) ano de fabricação com 4 dígitos – Exemplo: “2014”;
- i) nome da Distribuidora – “CEB Distribuição S/A”;
- j) n° de ordem de compra e da nota fiscal;
- k) n° de série do carretel;
- l) seta no sentido de rotação para desenrolar;
- m) identificação para fins de rastreabilidade;
- n) NBR número 8182/2011.

## 4.2. Condições de Utilização

**4.2.1.** Os cabos multiplexados devem ser isolados com material reticulado (XLPE), classe 0,6/1,0 kV, são próprios para uso em redes aéreas de distribuição isoladas de baixa tensão (440/220 V e 380/220 V), tronco CEB-D, e ramais aéreos de ligações das unidades consumidoras.

**4.2.2.** Os cabos multiplexados devem ser adequados para operar a uma altitude de 1.500 metros, em clima tropical, com temperatura ambiente de -5°C a 45°C, média diária não superior a 35°C, umidade relativa do ar de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1.500 a 3.000 mm, sendo que ficarão expostos ao sol, à chuva e à poeira.

### 4.3. Condutores

Condutor Fase: Cabos de alumínio, encordoamento circular compactado, conforme NBR 8182.

Condutor Neutro nu:

- a) Alumínio duro (CA) para os cabos de 16 mm<sup>2</sup>;
- b) Liga de alumínio (CAL) para os cabos a partir de 35 mm<sup>2</sup>, inclusive.

Os condutores, fora de operação, na condição de nú, devem ter seção circular redonda em cada fase e no mensageiro/neutro, constituídos por fios encordoados de alumínio e alumínio-liga, respectivamente (NBR's 7271 e 7270). Os cabos devem ser multiplexados de acordo com esta EMD e nas seções especificadas na Tabela 1.

Os condutores de fase devem estar torcidos em volta do mensageiro com passo de reunião máximo de 60 vezes o diâmetro do condutor fase a verificação deve ser feita conforme a NBR 6242.

### 4.4. Isolação

A isolação dos condutores fase, deve ser constituída por composto extrudado à base de polietileno reticulado (XLPE) de espessura que garanta o nível de suportabilidade dielétrica exigida para o cabo (0,6/1,0 kV). Deve ser resistente às intempéries, radiação ultravioleta e abrasão, com características físicas conforme NBR 8182.

Isolação do Condutor Fase deve ser de Polietileno Termofixo (XLPE), sendo que para os cabos triplex e quadriplex, conforme apresentado na tabela 1, as cores devem ser:


- **preta** para fase "A";
- **cinza** para fase "B" e
- **vermelho** para a fase "C".

A isolação deve estar justaposta ao condutor, com as espessuras, mínima e máxima, conforme Tabela 1.

Quando a isolação for composta de mais de uma camada, estas devem ser totalmente aderentes entre si, de modo a evitar a ocorrência de descargas parciais no cabo.

### 4.5. Acabamento

**4.5.1. Dos fios de alumínio componentes dos condutores fase:** Os fios componentes das fases, devem apresentar superfície lisa, isenta de fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões e quaisquer outros

	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DA DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>EMD - 03.005</b>
	<b>CABOS DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADOS COLORIDOS (AUTOSSUSTENTÁVEL DE 0,6/1,0 kV)</b>	Dezembro/2014 Grupo 3      Página 6/10

defeitos que comprometam seu desempenho eletro-mecânico possuindo ainda diâmetro uniforme e seção reta circular.

**4.5.2. Dos fios de alumínio-liga componentes do mensageiro/neutro:** Os fios componentes do mensageiro/neutro, devem apresentar superfície lisa, seção reta circular, diâmetro uniforme e serem isentos de inclusões, estrias, fissuras, rebarbas, escamas, ou quaisquer outros defeitos que comprometam o seu desempenho eletro-mecânico e possuir ainda diâmetro uniforme e seção reta circular.

**4.5.3. Do condutor fase e cabo mensageiro/neutro:** Devem ser lisos, regularmente cilíndricos, isentos de emendas e não devem apresentar falhas de encordoamento.

**4.5.4. Da isolação dos condutores fase:** A isolação deve ser contínua, uniforme e homogênea ao longo de todo o comprimento, ser de fácil remoção e não aderente ao condutor.

#### 4.6. Demais características

- a) A temperatura do condutor **em regime permanente**; não deve ultrapassar 90°C, atendidas as capacidades de condução de corrente indicadas na Tabela 1;
- b) A temperatura do condutor **em regime de sobrecarga**; não deve ultrapassar 130°C. A operação nesse regime não deve exceder 100 horas durante 12 meses consecutivos ou 500 horas intermitentes durante a vida do cabo;
- c) A temperatura do condutor **em regime de curto-circuito**; não deve ultrapassar 250°C. A operação nesse regime não deve exceder 5 segundos.

### 5. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

#### 5.1. Material

**5.1.1. Dos fios componentes do condutor encordado:** Conforme especificações das NBR's 5118 e 6252, para cabos com as seções especificadas na Tabela 1.

#### 5.1.2. Da isolação:

- a) A isolação deve ser constituída por composto extrudado à base de polietileno reticulado (XLPE) com características físicas conforme a NBR 7104;
- b) Composto extrudado de polímero termofixo, de alta rigidez dielétrica, resistente à abrasão, à radiação ultravioleta e intempéries;



- c) A isolação na cor preta deve conter negro de fumo disperso, com teor mínimo de 2%, quando determinado conforme ABNT NBR NM IEC 60811-4-1. Quando a isolação possui cor diferente de preta, ela deve conter aditivos que protejam contra a radiação ultravioleta. Quando for o caso pigmentação da cor especificada pela Ordem de Compra;
- d) A isolação sem separador sob ela deve estar justaposta ao condutor, porém facilmente removível e não aderente ao cabo. Esta isolação deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o comprimento. A espessura deve estar de acordo com a Tabela 1.

## **5.2. Características mecânicas**

**5.2.1. Resistência à tração:** O cabo deve suportar os valores de tração padronizados na Tabela 2, sem sofrer ruptura da isolação nem de qualquer fio componente do condutor.

**5.2.2. Resistência à abrasão:** O cabo deve suportar 20.000 passagens de barras, sem permitir a ocorrência de curto-circuito.

## **5.3. Características elétricas**

**5.3.1. Resistência elétrica do condutor:** A resistência elétrica do condutor, referida a 20°C e ao comprimento de 1 km, não deve ser superior aos valores padronizados na Tabela 1.

**5.3.2. Tensão elétrica aplicada no cabo:** O cabo, quando submetido à tensão elétrica alternada de frequência entre 48 a 62 Hz, de valor 4 kV, durante pelo menos 5 minutos, não deve apresentar perfuração. Os cabos com condutor neutro isolado devem ser ensaiados em água, sendo que o tempo de imersão antes do ensaio é de 1 hora. A tensão deve ser aplicada entre o condutor isolado e a água.

Caso o mensageiro/neutro seja nú, o ensaio deve ser a seco e a tensão aplicada entre cada condutor com os demais curto-circuitados e aterrados. Os ensaios devem estar em conformidade com a NBR 6881.

**5.3.3. Tensão elétrica aplicada à isolação:** A medição da isolação será feita com corrente contínua de 300 a 500 Volts, aplicada durante 1 a 5 minutos. Este ensaio será realizado imediatamente após o anterior. Não devendo apresentar arco elétrico, queima do material isolante e/ou emissão de gases/fumaça.

## **5.4. Embalagem e acondicionamento**

Os cabos devem ser acondicionados e fornecidos em carretéis, com dimensões conforme NBR 11137, em lances especificados pela CEB-D. Na ausência de especificação, ficam definidos lances máximos de 1000 m para facilidade de transporte e manuseio. Massa bruta limitado em 5000 kgf, Para outros tipos de acondicionamento consultar a Área de Suprimentos.

O condutor quadruplex de 70 mm<sup>2</sup> pode ser acondicionado em carretéis do tipo 150/80 e o condutor de 120 mm<sup>2</sup>, pode ser acondicionado em carretéis de 170/80 com lances de 500 m de condutor. Para outros tipos de acondicionamento consultar a Área de Suprimentos.

Será permitida, para todas as seções nominais, a tolerância de (+3%,-0%) no comprimento do lance nominal ou de +5% do total do fornecimento em lances irregulares com comprimento não inferior a 50% do lance nominal.

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

O carretel deve ter resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar o condutor.

Para outros detalhes da acondicionamento/embalagem, consultar a Área de Suprimento e Aquisição de Materiais da CEB-D.

## **6. INSPEÇÃO**


Os ensaios e métodos de ensaios, amostragem e critérios de aceitação ou rejeição devem estar de acordo com a NBR 8182 e demais normas e/ou documentos complementares citados no item 2 desta EMD.

Ensaios a serem realizados de recebimento: Rotina e Especiais.

### **6.1. Ensaios de Rotinta (R)**

- a)** Inspeção visual;
- b)** Verificação dimensional da construção do cabo e sua isolação: Conforme NBR 8182, 5118, 10298 NBR NM 280 NM IEC 60811-1-1;
- c)** Verificação de aderência: Num comprimento de 20 cm de cabo completo, descascar 2 cm a partir de cada extremidade de um dos condutores fase, uma vez separado o condutor fase em questão, do restante do cabo; fixando-se a parte central, não deve ser possível deslocar o condutor em relação à sua isolação. Caso haja deslocamento, deve-se realizar o ensaio de laboratório;
- d)** Tração à ruptura do condutor: Conforme NBR's NM-280, 7271 e 7272;
- e)** Medição da resistência elétrica do condutor: Conforme NBR 6814, 8182 e NM-280 (valores);
- f)** Tensão elétrica aplicada: Conforme NBR 6881 e 8182;
- g)** Resistência de isolamento à temperatura ambiente: Conforme NBR 6813 e 8182;



	<b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DA DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>EMD - 03.005</b>
	<b>CABOS DE ALUMÍNIO MULTIPLEXADOS COLORIDOS (AUTOSSUSTENTÁVEL DE 0,6/1,0 kV)</b>	Dezembro/2014  Grupo 3      Página 9/10

- h) Ensaio de Centelhamento, por ser de caráter preventivo pode ser adotado ou não, a critério do fabricante: Conforme NBR 8182 e ABNT NBR NM 244;
- i) Resistência à abrasão: Conforme NBR 8182.

## 6.2. Ensaio Especial (E)

Para realização dos ensaios especiais obedecer os critérios de exigidos na NBR 8182

- a) Verificação da construção do cabo conforme NBR 8182;
- b) Ensaio de Resistencia de Isolamento à temperatura máxima de operação conforme NBR 6813 e 8182;
- c) Ensaio de tração nos compostos das isolações, antes e após o envelhecimento Conforme NBR 8182;
- d) Ensaio para determinação do teor de negro de fumo nos compostos das isolações Conforme ABNT NBR NM IEC 60811-4-1;
- e) Ensaio de Alongamento a quente nos compostos das isolações, conforme NBR 8182.

## 7. Critérios de amostragem

Para os critérios de amostragem adotar o especificado na NBR 8182.

## 8. MEIO AMBIENTE

### 8.1. Legislação

Em todas as etapas da fabricação, do transporte e do recebimento dos carretéis (cabos), **devem ser cumpridas rigorosamente** a legislação ambiental brasileira a demais legislações, estaduais, municipais e distritais aplicáveis ao assunto.

### 8.2. Penalidades

O fornecedor é responsável pelo pagamento de multas e pelas ações decorrentes de práticas lesivas ao meio ambiente que possam incidir sobre a CEB-D, quando derivadas de condutas praticadas por ele e/ou por seus prepostos.

### 8.3. Informações pertinentes a descarte e/ou composição do produto

O fornecedor deve apresentar, quando solicitado, visando orientar as ações quanto ao destino final dos cabos quando retirados do sistema, as seguintes informações:

**8.3.1. Materias utilizados na fabricação;** Materiais utilizados na fabricação dos componentes dos cabos e respectivas composições fisico-químicas de cada um deles;

**8.3.2. Descarte:** Efeito desses componentes no meio ambiente quando de sua disposição final (descarte);

**8.3.3. Orientações para descarte:** Orientações em conformidade com as legislações ambientais aplicáveis, quanto a forma mais adequada da disposição final dos cabos, em particular com o isolamento.

## **9. FORNECIMENTO**

Para fornecimento à CEB: Este material deverá estar em conformidade com as exigências de cadastramento da CEB-D.