



Público

Tipo de Documento:	Especificação Técnica
Área de Aplicação:	Engenharia de Normas e Padrões
Título do Documento:	Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

## Sumário

1.	OBJETIVO .....	1
2.	ÂMBITO DE APLICAÇÃO.....	1
3.	DEFINIÇÕES .....	2
4.	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA .....	2
5.	RESPONSABILIDADES .....	2
6.	REGRAS BÁSICAS .....	3
6.1	Condições de serviço .....	3
6.2	Alumínio .....	3
6.3	Fios de aço.....	3
6.4	Condutor bimetálico de aço-alumínio .....	4
6.5	Ensaio.....	5
6.5.1	Ensaio de recebimento .....	5
6.5.2	Ensaio de tipo.....	5
6.6	Execução dos ensaios. ....	5
6.7	Inspeção, aceitação e rejeição.....	7
6.7.1	Generalidades.....	7
6.7.2	Formação da amostra.....	7
6.7.3	Aceitação e rejeição de recebimento.....	7
6.7.4	Considerações adicionais.....	7
6.8	Cabos padronizados .....	8
6.9	Identificação .....	8
7.	CONTROLE DE REGISTROS.....	8
8.	ANEXOS .....	8
9.	REGISTRO DE ALTERAÇÕES .....	14

### 1. OBJETIVO

Esta especificação fixa as condições exigíveis que devem ser atendidas no fornecimento de cabos bimetálicos de aço-alumínio nus a serem empregados nas redes das distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

### 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO


#### 2.1 Empresa

Distribuidoras do Grupo CPFL Energia.

#### 2.2 Área

Engenharia, Operações de Campo, Obras e Manutenção, Suprimentos e Gestão de Ativos.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	23/09/2021	1 de 14

 <b>CPFL</b> <b>ENERGIA</b>  <i>Público</i>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

### 3. DEFINIÇÕES

#### 3.1 Cabo bimetálico aço-alumínio

Cabo composto por fios de aço recobertos de alumínio a fim de aumentar a condutibilidade e dificultar o seu reaproveitamento.


### 4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

- NBR 5118/85 - Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos - Especificação.
- NBR 5166 – Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos – Método de Ensaio
- NBR 5426/85 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento.
- NBR 5456/87 - Eletrotécnica e eletrônica - Eletricidade geral - Terminologia.
- NBR 5471/80 - Eletrotécnica e eletrônica - Condutores elétricos - Terminologia
- NBR 5984/80 - Norma geral de desenho técnico - Procedimento.
- NBR 6005 - Arames de aço – Ensaio de enrolamento – método de ensaio.
- NBR 6207 - Arames de aço – Ensaio de tração – Método de Ensaio.
- NBR 6242/80 - Verificação dimensional para fios e cabos elétricos - Método de ensaio.
- NBR 6756/87 - Fios de aço zincado para alma de cabos de alumínio e alumínio liga.
- NBR 6810/81 - Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos - Método de ensaio.
- NBR 6815/81 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos – Método de ensaio.
- NBR 6835/81 - Alumínio e suas ligas - Têmperas - Classificação.
- NBR 7103/81 - Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos - Especificação.
- NBR 7270/88 - Cabos de alumínio com alma de aço - Especificação.
- NBR 7272/82 - Condutor elétrico de alumínio - Ruptura e característica dimensional - Método de ensaio.
- NBR 7302 - Condutores elétricos de alumínio – Tensão e deformação em condutores de alumínio – Método de ensaio
- NBR 7304 - Condutores elétricos de alumínio – Fluência em condutores de alumínio – Método de ensaio
- NBR 7312 - Rolos de fios e cabos elétricos –Características dimensionais – Padronização
- NBR 10711 – Fios de Aço Revestidos por Alumínio, para fins elétricos - Especificação
- ASTM B 231 - Concentric Lay Stranded aluminum 1350 conductor spec. for
- ASTM B 415 - Hard-Drawn Aluminum-Clad Steel Wire spec. for
- ASTM B 416 - Concentric Lay Stranded Aluminum – Clad Steel Conductors

### 5. RESPONSABILIDADES

A área de Engenharia de Normas e Padrões das distribuidoras do Grupo CPFL é a responsável pela publicação deste documento.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	23/09/2021	2 de 14

 <b>CPFL</b> <b>ENERGIA</b>  <i>Público</i>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

## 6. REGRAS BÁSICAS

### 6.1 Condições de serviço

Os cabos abrangidos por esta especificação devem ser adequados para operar a uma altitude de até 1000 metros, em clima tropical com temperatura ambiente de -5°C até 40°C, média diária não superior a 35°C, umidade relativa do ar de até 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1500 a 3000 milímetros, sendo que ficarão expostos ao sol, à chuva e à poeira, instalados de acordo com as normas de Montagens de Redes de Distribuição Urbana e Rural, da CPFL.

O clima contribui para a formação de fungos e acelera a deterioração e a corrosão. O fornecedor deve providenciar a tropicalização e tudo mais que for necessário para o bom desempenho do cabo nas condições especificadas.

Os cabos aqui especificados são aplicáveis a sistemas elétricos de frequência nominal 60Hz.


### 6.2 Alumínio

- Material: o alumínio deve ser obtido a partir de vergalhão 1350 conforme NBR 7103/81.
- Têmpera: deve ser h19 (extra dura, sem recozimento complementar, conforme NBR 6835/81).
- Massa específica: para fins de cálculo, a massa específica do fio de alumínio deve ser de 2,703 g/cm<sup>3</sup> a 20oC.
- Resistividade elétrica: a 20oC não deve ser superior a 0,028264mm<sup>2</sup>/m, correspondente à condutividade mínima de 61,0% IACS.
- Composição química: a composição química do fio de alumínio deve atender os valores limites estabelecidos na NBR 7103/81 para o vergalhão de alumínio 1350.

### 6.3 Fios de aço

- Material: o aço 1010 deve atender a NBR 6756/87.
- Acabamento: o fio de aço deve apresentar superfície lisa compatível com a sua aplicação.
- Designação: os fios de aço devem ser designados por seu diâmetro nominal, em milímetros com duas casas decimais.
- Massa específica: para fins de cálculo, a massa específica do fio de aço deve ser de 7,78 g/cm<sup>3</sup> a 20oC.
- Emendas: devem atender a NBR 6756/87.
- Diâmetro: os diâmetros dos fios de aço devem atender os valores necessários à obtenção do diâmetro final do fio bimetálico na composição dos condutores.
- Ductilidade: o fio não deve apresentar fratura ou evidência de trinca após sofrer enrolamento.
- Composição química do aço: deve atender as exigências da NBR 6756/87.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	023/09/2021	3 de 14


 <b>CPFL</b> <b>ENERGIA</b>  <i>Público</i>	Tipo de Documento: <b>Especificação Técnica</b>
	Área de Aplicação: <b>Engenharia de Normas e Padrões</b>
	Título do Documento: <b>Cabo Bimetálico Aço-Áluminio</b>

#### 6.4 Condutor bimetálico de aço-alumínio

O fio bimetálico para a composição do cabo deve compor-se de um núcleo de aço recoberto com alumínio com aderência de modo a assegurar uma união inseparável e homogênea dos metais.

- Encordoamento: os cabos devem ser encordoados uniformemente em toda a sua extensão, devendo o sentido do encordoamento ser alternado entre as coroas sucessivas, sendo o da coroa externa para a direita – horário.
- Passo de encordoamento: para condutores de 7, 19 e 37 fios o passo de encordoamento deve ser preferencialmente de 13 ½ vezes o diâmetro da camada de encordoamento.
- Emendas:  
 Preferencialmente, na formação do condutor bimetálico não devem ocorrer emendas dos fios bimetálicos.  
 Se ocorrerem, as emendas nos fios são permitidas nas seguintes condições:
  - a) Devem ser feitas com solda de topo com eliminação de 200 a 300 mm de condutor no entorno da região a ser emendada;
  - b) Entre uma emenda e outra na mesma coroa deve haver um espaçamento de 15 m entre elas;
  - c) Qualquer emenda deve ter uma carga mínima de ruptura de 90% do fio após encordoamento.
- Área da seção transversal: área calculada da seção transversal do cabo bimetálico em função dos diâmetros medidos dos fios formadores deve atender o contido no Anexo 1. A área da seção transversal do cabo será a área total que inclui o núcleo de aço e o revestimento de alumínio. A participação de cada elemento (Al e Aço) dependerá da condutividade 20,3%, 30%, 40% e 53% IACS em relação à seção transversal total.
- Resistência elétrica em corrente contínua a 20oC: não deve ser superior ao valor especificado nos Anexos 3, 4, 5, 6 e 7.  
 Os valores obtidos devem ser corrigidos em função do encordoamento, conforme Anexo 2.
- Massa linear: a massa por unidade de comprimento calculada deve atender o contido nos Anexos 3, 4, 5, 6 e 7. A massa deve ser calculada a partir do diâmetro real dos fios formadores de alumínio e aço (valores médios da amostra), da formação e dos valores de massa específica dos fios formadores de alumínio e de aço.  
 As massas devem, ainda, ser corrigidas em função do encordoamento, conforme indicado no Anexo 2.
- Resistência mecânica: a carga de ruptura do cabo completo composto de 7, 19 ou 37 fios deve ser tomada como 90% da soma das cargas de rupturas individuais dos fios componentes e devem atender aos valores mínimos especificados nos Anexos 3, 4, 5, 6 e 7.
- Quando o cabo possuir apenas 3 fios o valor da carga de ruptura deve ser de 95% da soma dos fios elementares.
- Construção: a quantidade e os diâmetros dos fios na formação de coroa circular deve ser conforme Anexo 1.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	23/09/2021	4 de 14

 <b>CPFL</b> <b>ENERGIA</b>  <i>Público</i>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

- Acabamento: os cabos devem apresentar diâmetro uniforme em toda a sua extensão e ser isentos de fissuras, rebarbas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento e outros defeitos que comprometam o desempenho do produto.
- Designação: os condutores devem ser designados por seu diâmetro nominal, em milímetros, com duas casas decimais.

## 6.5 Ensaios

Para a comprovação das características de projeto, material e mão-de-obra são exigidos os seguintes ensaios no cabo bimetálico:

- a) Inspeção geral;
- b) Verificação dos diâmetros e da formação das coroas do cabo;
- c) Verificação do encordoamento;
- d) Verificação das relações de encordoamento;
- e) Verificação da área da seção transversal.
- f) Verificação da massa linear;
- g) Ensaio de resistividade elétrica;
- h) Ensaio de resistência à tração;
- i) Ensaio de ruptura;
- j) Ensaio de tensão-deformação;

Os ensaios relacionados neste item não invalidam a realização, por parte do fornecedor, daqueles que julgar necessários ao controle de qualidade do seu produto.

### 6.5.1 Ensaios de recebimento

- a) Inspeção geral;
- b) Verificação dos diâmetros e da formação das coroas do cabo;
- c) Verificação do encordoamento;
- d) Verificação das relações de encordoamento;
- e) Verificação da área da seção transversal.
- f) Verificação da massa linear;
- g) Ensaio de resistência elétrica;
- h) Ensaio de resistência à tração;


### 6.5.2 Ensaios de tipo

- i) Ensaio de ruptura;
- j) Ensaio de tensão-deformação;

## 6.6 Execução dos ensaios.

Os métodos de ensaio dos cabos bimetálicos e respectivos fios formadores devem obedecer ao descrito a seguir e estar de acordo com as normas e/ou documentos complementares citados no item 2 desta especificação.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	023/09/2021	5 de 14

 <i>Público</i>	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

As características dos equipamentos, aparelhos e instrumentos utilizados durante os ensaios devem ser estáveis e estar aferidas.

a) Inspeção geral.

No cabo completo devem ser verificados todos os requisitos do item 4.4 desta especificação.

b) Verificação dos diâmetros e das formações das coroas.

Os diâmetros das coroas devem ser medidos conforme NBR 6242/80. As formações devem ser verificadas visualmente por ocasião do ensaio.

c) Verificação do encordoamento.

O encordoamento deve ser verificado visualmente por ocasião da verificação dos diâmetros e da formação das coroas.

d) Verificação das relações de encordoamento.

As relações de encordoamento devem ser verificadas conforme NBR 6242/80.

e) Verificação da área da seção transversal.

A área da seção transversal calculada a partir da média dos diâmetros dos fios formadores de aço-alumínio deve atender o contido no item 5.3.4 desta especificação.

f) Verificação da massa linear.

A massa por unidade de comprimento deve atender os valores existentes dos Anexos 3, 4, 5, 6 e 7 e atender o contido no item 5.3.6 desta especificação.

g) Verificação da resistência elétrica em corrente contínua.

A resistência elétrica deve ser calculada conforme NBR 5118/85, a partir da resistência real dos fios formadores do condutor bimetálico e atender o contido no item 5.3.5 desta especificação.

h) Ensaio de resistência à tração

O ensaio deve ser realizado conforme NBR 5118 e item 5.3.7 desta especificação.

i) Ensaio de ruptura.


O ensaio de ruptura deve ser feito conforme NBR 7272/82.

O teste de carga de ruptura, quando solicitado, deve ser executado sobre amostras de 1,25 m e para lotes de 5000 kg o ensaio deve ser feito em duas amostras de bobinas separadas. Se houver escorregamento nas garras da máquina de ensaio, a amostra deve ser substituída por outra.

j) Ensaio de tensão - deformação.

O ensaio deve ser executado conforme NBR 7302/82.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	023/09/2021	6 de 14

 Público	Tipo de Documento: Especificação Técnica
	Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões
	Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

## 6.7 Inspeção, aceitação e rejeição

### 6.7.1 Generalidades

A CPFL reserva-se o direito de inspecionar e ensaiar os cabos bimetálicos abrangidos por esta especificação, quer no período de fabricação, quer na época de embarque ou em qualquer momento que julgar necessário.

O fornecedor tomará, às suas expensas, todas as providências para que a inspeção dos cabos bimetálicos por parte da CPFL se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta especificação. Assim, deverá propiciar livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estiverem sendo fabricados os cabos bimetálicos e respectivas embalagens, aos locais de estocagem etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de todos os dispositivos, instrumentos etc, para realizá-los.

### 6.7.2 Formação da amostra

Para os ensaios de recebimento, o tamanho da amostragem a ser retirada de cada lote completo deve estar de acordo com o Anexo 8.

As amostras (carretéis) devem ser escolhidas pelo inspetor da CPFL nos lotes prontos para embarque.

De cada amostra (carretel) devem ser retirados corpos de prova de cabo, em número e comprimento adequados à realização de todos os ensaios previstos, desprezando-se sempre o primeiro metro de cabo.

Se um corpo de prova for reprovado em qualquer ensaio, este deverá ser repetido em dois outros corpos de prova da mesma amostra (carretel). Ocorrendo nova falha a amostra (carretel) será considerada defeituosa.

Para a inspeção geral do cabo bimetálico (verificação do acabamento do cabo, da embalagem, do acondicionamento etc.) o tamanho da amostragem será fixado a critério do inspetor da CPFL.

### 6.7.3 Aceitação e rejeição de recebimento

A quantidade total de amostras (carretéis) defeituosas deve ser levado ao Anexo 8 que definirá a aceitação ou rejeição do lote.

Mudanças no regime de inspeção, ou quaisquer outras considerações adicionais, devem ser feitas de acordo com a NBR 5426/85.

Embora não esteja prevista a verificação específica de emendas nos fios formadores, se durante a inspeção ficar constatado o não atendimento do item 5.3.3 desta especificação o lote todo poderá ser recusado a critério do inspetor da CPFL.

Para aceitação do lote é necessário que o lote seja aprovado em relação a todos os ensaios realizados.

### 6.7.4 Considerações adicionais.

A aceitação dos cabos bimetálicos pela CPFL, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os cabos bimetálicos em plena concordância com a ordem de compra e

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	23/09/2021	7 de 14

com esta especificação, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a CPFL venha a fazer baseada na existência de cabos bimetálicos inadequados ou defeituosos.

### 6.8 Cabos padronizados

Denominação da bitola	Formação (no. Fios x bitola)	Seção nominal (mm <sup>2</sup> )	Encordoamento n° fios x diâmetro (mm)	Diâmetro nominal (mm)	Massa nominal do cabo (Kg/Km)	Resistência elétrica CC a 20°C máx. (Ω/Km)	Carga de ruptura nominal (daN)	Condutividade IACS (%)	Código CPFL	Código RGE Sul
B3-4	3 x 4AWG	73	7 x 5,19	11	258	0,440451	2.464	53	50000015677	----
B1-5	1 x 5AWG	16,76	1 x 4,62	4,62	78	2,600000	1.018	40	50000015507	200320

### 6.9 Identificação

Cada carretel deve ser identificado de forma indelével com as seguintes informações:

- ✓ Nome e endereço do fornecedor;
- ✓ Código, bitola e formação do cabo;
- ✓ Comprimento em metros e massa líquida em kg;
- ✓ Massa bruta em kg;
- ✓ Número de série da bobina;
- ✓ Número do documento de compra;
- ✓ Seta no sentido de rotação para desenrolar (somente carretéis).
- ✓ Indicação do sentido de rolamento para retirada do cabo;

Uma etiqueta com as mesmas informações deve fixada na ponta do condutor, dentro da bobina.

## 7. CONTROLE DE REGISTROS

Não se aplica.

## 8. ANEXOS

### ANEXO 1 – Requisitos de construção de cabos bimetálicos

Denominação (n°fios - bitola AWG)	Fios elementares		Diâmetro nominal (mm)	Seção nominal (mm <sup>2</sup> )
	Quantidade	Diâmetro (mm)		
B37-5	37	4,62	32,34	620,3
B37-6	37	4,11	28,80	492,0
B37-7	37	3,67	25,66	390,4
B37-8	37	3,26	22,85	309,5
B37-9	37	2,91	20,34	245,3





Público

Tipo de Documento: Especificação Técnica  
Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões  
Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

B37-10	37	2,59	18,12	194,6
B19-5	19	4,62	23,10	318,5
B19-6	19	4,11	20,57	252,6
B19-7	19	3,67	18,33	200,4
B19-8	19	3,26	16,32	158,9
B19-9	19	2,91	14,53	125,9
B19-10	19	2,59	12,94	99,9
B7-4	7	5,19	15,57	148,0
B7-5	7	4,62	13,86	117,3
B7-6	7	4,11	12,34	93,0
B7-7	7	3,67	11,00	73,8
B7-8	7	3,26	9,79	58,5
B7-9	7	2,91	8,72	46,4
B7-10	7	2,59	7,76	36,8
B7-11	7	2,31	6,92	29,1
B7-12	7	2,05	6,16	23,1
B3-4	3	5,19	11,16	63,4
B3-5	3	4,62	9,93	50,2
B3-6	3	4,11	8,85	39,8
B3-7	3	3,67	7,88	31,6
B3-8	3	3,26	7,02	25,1
B3-9	3	2,91	6,25	19,8
B3-10	3	2,59	5,56	15,7
B1-4	1	5,19	5,19	21,1
B1-5	1	4,62	4,62	16,7
B1-6	1	4,11	4,11	13,2
B1-7	1	3,67	3,67	10,5
B1-8	1	3,26	3,26	8,3
B1-9	1	2,91	2,91	6,6
B1-10	1	2,59	2,59	5,2
B1-11	1	2,30	2,30	4,1
B1-12	1	2,05	2,05	3,3

## ANEXO 2 – Incrementos Padrões para Resistência Elétrica e Massa

Tipo de condutor	Incremento (%) (resistência ou massa)
3 fios	0,8
7 fios	1,0
19 fios	1,4
37 fios	2,0

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	023/09/2021	9 de 14

### Anexo 3 – Propriedades dos Cabos Completos AW1010 – 20,3% IACS

Denominação (nº fios - bitola AWG)	Carga de ruptura (daN)	Massa nominal (Kg/Km)	Resistência elétrica CC a 20° C ( $\omega$ /Km)
B37-5	35.224	4.088	0,136912
B37-6	30.266	3.242	0,172614
B37-7	24.420	2.573	0,217557
B37-8	20.535	2.040	0,274347
B37-9	16.613	1.617	0,346142
B37-10	13.875	1.283	0,436273
B19-5	18.088	2.099	0,266618
B19-6	1.5542	1.665	0,336143
B19-7	1.2540	1.321	0,423664
B19-8	1.0545	1.048	0,534255
B19-9	8.531	830	0,674066
B19-10	7.125	659	0,849584
B7-4	8.085	976	0,573688
B7-5	6.664	773	0,723677
B7-6	5.726	613	0,912389
B7-7	4.620	487	1,149946
B7-8	3.885	386	1,450119
B7-9	3.143	306	1,829608
B7-10	2.625	243	2,306013
B7-11	2.072	192	2,910687
B7-12	1.645	153	3,667645
B3-4	2.850	418	1,359
B3-5	2.856	331	1,688579
B3-6	2.454	263	2,128908
B3-7	1.980	209	2,683207
B3-8	1.665	165	3,383612
B3-9	1.347	131	4,269085
B3-10	1.125	104	5,380696
B1-4	1.155	139	4,015793
B1-5	952	110	5,065738
B1-6	818	88	6,386723
B1-7	660	70	8,049621
B1-8	555	55	10,15084
B1-9	449	44	12,80725
B1-10	375	35	16,14209
B1-11	296	27	20,37481
B1-12	235	22	25,67352



Público

Tipo de Documento: Especificação Técnica  
Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões  
Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

#### Anexo 4 – Propriedades dos Cabos Completos AW1010 – 30% IACS

Denominação (nº fios - bitola AWG)	Carga de ruptura (daN)	Massa nominal (Kg/Km)	Resistência elétrica CC a 20° C ( $\omega$ /Km)
B37-5	27.713	3.461	0,092644
B37-6	23.828	2.746	0,116802
B37-7	19.203	2.178	0,147214
B37-8	16.169	1.727	0,185641
B37-9	13.061	1.369	0,234223
B37-10	10.915	1.086	0,295211
B19-5	42.693	1.778	0,180411
B19-6	36.708	1.410	0,227457
B19-7	29.583	1.119	0,286679
B19-8	24.909	887	0,361512
B19-9	20.121	703	0,456118
B19-10	16.815	558	0,574885
B7-4	6.363	871	0,388193
B7-5	5.243	655	0,489688
B7-6	4.508	519	0,617383
B7-7	3.633	412	0,778130
B7-8	3.059	327	0,981248
B7-9	2.471	259	1,238035
B7-10	2.065	206	1,560402
B7-11	1.631	163	1,969565
B7-12	1.295	129	2,481773
B3-4	2.328	358	0,906
B3-5	2.247	281	1,142605
B3-6	1.932	223	1,440561
B3-7	1.557	177	1,815637
B3-8	1.311	140	2,289578
B3-9	1.059	111	2,888747
B3-10	885	88	3,640938
B1-4	909	118	2,717353
B1-5	749	94	3,427816
B1-6	644	74	4,321682
B1-7	519	59	5,446910
B1-8	437	47	6,868733
B1-9	353	37	8,666242
B1-10	295	29	10,922813
B1-11	233	23	13,786953
B1-12	185	18	17,372413

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	023/09/2021	11 de 14

### Anexo 5 – Propriedades dos Cabos Completos AW1010 – 40% IACS

Denominação (nº fios - bitola AWG)	Carga de ruptura (daN)	Massa nominal (Kg/Km)	Resistência elétrica CC a 20° C ( $\omega$ /Km)
B37-5	18.796	2.866	0,069483
B37-6	16.169	2.273	0,087602
B37-7	13.024	1.804	0,110410
B37-8	10.952	1.430	0,139231
B37-9	8.880	1.134	0,175667
B37-10	7.400	899	0,221408
B19-5	9.652	1.472	0,135309
B19-6	8.303	1.167	0,170593
B19-7	6.688	926	0,215010
B19-8	5.624	734	0,271134
B19-9	4.560	582	0,342089
B19-10	3.800	462	0,431164
B7-4	4.740	687	0,289885
B7-5	3.556	542	0,367266
B7-6	3.059	430	0,463037
B7-7	2.464	341	0,583598
B7-8	2.072	271	0,735936
B7-9	1.680	214	0,928526
B7-10	1.400	170	1,170301
B7-11	1.106	135	1,477174
B7-12	504	107	1,861330
B3-4	3.326	291	0,679
B3-5	1.524	232	0,856954
B3-6	1.311	184	1,080421
B3-7	1.056	146	1,361728
B3-8	888	116	1,717183
B3-9	720	92	2,166561
B3-10	600	73	2,730703
B1-4	617	98	2,038015
B1-5	508	77	2,570862
B1-6	437	61	3,241262
B1-7	352	49	4,085183
B1-8	296	39	5,151549
B1-9	240	31	6,499682
B1-10	200	24	8,192110
B1-11	158	19	10,340215
B1-12	126	15	13,029310



Público

Tipo de Documento: Especificação Técnica  
Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões  
Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

### Anexo 6 – Propriedades dos Cabos Completos AW1010 – 53% IACS

Denominação (nº fios - bitola AWG)	Carga de ruptura (daN)	Massa nominal (Kg/Km)	Resistência elétrica CC a 20° C ( $\omega$ /Km)
B37-5	18.796	2.171	0,052440
B37-6	16.169	1.722	0,066114
B37-7	13.024	1.366	0,083329
B37-8	10.952	1.084	0,105080
B37-9	8.880	859	0,132579
B37-10	7.400	681	0,167101
B19-5	9.652	1.115	0,102120
B19-6	8.303	884	0,128749
B19-7	6.688	702	0,162271
B19-8	5.624	556	0,204630
B19-9	4.560	441	0,258180
B19-10	3.800	350	0,325407
B7-4	4.319	518	0,219732
B7-5	3.556	411	0,277182
B7-6	3.059	326	0,349462
B7-7	2.464	258	0,440451
B7-8	2.072	205	0,555423
B7-9	1.680	162	0,700774
B7-10	1.400	129	0,883246
B7-11	1.106	102	1,114848
B7-12	504	81	1,404777
B3-4	1.511	220	0,513
B3-5	1.368	176	0,647
B3-6	1.311	140	0,815412
B3-7	1.056	111	1,027719
B3-8	888	88	1,295987
B3-9	720	70	1,635140
B3-10	600	55	2,060908
B1-4	617	74	1,538125
B1-5	508	59	1,940273
B1-6	437	47	2,446235
B1-7	352	37	3,083157
B1-8	296	29	3,887962
B1-9	240	23	4,905420
B1-10	200	18	6,182724
B1-11	158	15	7,803936
B1-12	126	12	9,833441

N.Documento: 10777 | Categoria: Instrução | Versão: 1.4 | Aprovado por: JOSE CARLOS FINOTO BUENO | Data Publicação: 023/09/2021 | Página: 13 de 14



Público

Tipo de Documento: Especificação Técnica  
Área de Aplicação: Engenharia de Normas e Padrões  
Título do Documento: Cabo Bimetálico Aço-Áluminio

## Anexo 7 – Plano de Amostragem para Ensaios de Recebimento

Regime de Inspeção: NORMAL

Amostragem: DUPLA

Nível de Inspeção: II

NGA = 2,5 %

TAMANHO DO LOTE	AMOSTRA		ACEITAÇÃO	REJEIÇÃO
	SEQUÊNCIA	TAMANHO		
Até 50	-	5	0	1
51 a 150	1ª	13	0	2
	2ª		1	2
151 a 200	1ª	20	0	3
	2ª		3	4
201 a 500	1ª	32	1	4
	2ª		4	5
501 a 1200	1ª	50	2	5
	2ª		6	7

## 9. REGISTRO DE ALTERAÇÕES

### 9.1 Colaboradores

Empresa	Área	Nome
CPFL Paulista	REDN	Marcelo de Moraes
CPFL Piratininga	REDN	Celso Rogério Tomachuk dos Santos

### 9.2 Alterações

Versão Anterior	Data da Versão Anterior	Alterações em relação à Versão Anterior
1.0 (10848)	13/12/2006	Alteração do fio de aço que não deve ser zincado.
1.1 (10848)	05/03/2007	Alterado as características do cabo código 50000015677.
1.2 (10848)	11/06/2012	Unificação dos códigos de materiais para todo o Grupo CPFL.
1.3 (10848)	02/12/2015	Inclusão dos códigos de materiais da RGE Sul. Exclusão dos códigos 50-000-015-505 e 50-000-015-550
1.0	05/10/2006	Alteração da denominação para os cabos bimetálicos com a inclusão da letra "B" no início.
1.1	13/12/2006	Alteração do fio de aço que não deve ser zincado.
1.2	05/03/2007	Inclusão das características do cabo B3-4.
1.3	23/09/2013	A formatação foi atualizada conforme norma interna vigente. Unificado com o documento nº 10848 – Cabo bimetálico Aço-Alumínio – Padronização Alteração do nome deste documento para Cabo Bimetálico Aço-Alumínio.

N.Documento:	Categoria:	Versão:	Aprovado por:	Data Publicação:	Página:
10777	Instrução	1.4	JOSE CARLOS FINOTO BUENO	23/09/2021	14 de 14