

## SISTEMA DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DA DISTRIBUIÇÃO

### SUBSISTEMA NORMAS E ESTUDOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE DISTRIBUIÇÃO

---

|            |                                |       |
|------------|--------------------------------|-------|
| CÓDIGO     | TÍTULO                         | FOLHA |
| E-313.0018 | CABO DE ALUMÍNIO NU - CA E CAA | 1/29  |

---

#### 1. FINALIDADE

Fixar os desenhos padrões e as exigências mínimas relativas à fabricação e ao recebimento de cabos de alumínio nu - CA e/ou CAA, empregados como condutores em redes aéreas de distribuição e transmissão de energia elétrica da Celesc Distribuição S.A. – Celesc D.

#### 2. ÂMBITO DE APLICAÇÃO

Aplica-se aos Departamentos da Diretoria Técnica, Agências Regionais, fabricantes e fornecedores de cabos de alumínio e demais órgãos usuários.

#### 3. ASPECTOS LEGAIS

- a) Norma Brasileira Registrada - ABNT NBR 7270 - Cabos de Alumínio Nus com Alma de Aço Zincado para Linhas Aéreas – Especificação;
- b) ABNT NBR 7271 - Cabos de Alumínio Nus para Linhas Aéreas - Especificação.

Esta Especificação poderá, em qualquer tempo, sofrer alterações no todo ou em partes, por razões de ordem técnica, para melhor atendimento às necessidades do sistema, motivo pelo qual os interessados deverão, periodicamente, consultar a Celesc D quanto às eventuais alterações.

#### 4. CONCEITOS BÁSICOS

##### 4.1. Cabo de Alumínio CA

Cabo formado por uma ou mais coroas de fios de alumínio, em torno de um fio central de alumínio.



4.2. Cabo de Alumínio CAA

Cabo formado por uma ou mais coroas de fios de alumínio, em torno de uma alma de aço composta de um ou mais fios.

4.3. Cabo Classe AA

São aqueles utilizados como condutores nus.

4.4. Seção de um Cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

4.5. Alma

Fio ou conjunto de fios que formam o núcleo central de um cabo para aumentar sua resistência mecânica.

4.6. Coroa

Conjunto de fios equidistantes do fio central.

4.7. Encordoamento

Disposição helicoidal dos fios que formam um cabo.

4.8. Relação de Encordoamento

Razão entre o comprimento axial de uma hélice completa de um fio encordoado e o diâmetro externo da hélice.

4.9. Espula

Carretel destinado a receber os fios componentes do condutor para o processo de encordoamento.



#### 4.10. Bobina

Peça constituída por um fio ou cabo metálico enrolado num carretel.

### 5. DISPOSIÇÕES GERAIS

#### 5.1. Exigências

Quanto às exigências para o material especificado, prevalecerá esta Especificação e as normas da ABNT.

Os casos não previstos nesta Especificação, em que haja necessidade de estudos complementares, deverão ser encaminhados ao Departamento de Engenharia e Planejamento do Sistema Elétrico/Divisão de Engenharia e Normas DPEP/DVEN.

Para fornecimento, quando solicitado, o fabricante deve possuir certificado de homologação do produto - CHP da marca do produto ofertado conforme E-313.0045 e ou o preenchimento do Anexo 7.3. a ser enviado junto com a proposta comercial.

#### 5.2. Material

Os fios componentes dos cabos CA e CAA devem ser de alumínio 1350 têmpera H19, conforme a ABNT NBR 5118 e fios de aço zincado a quente, com zincagem classe 1 ou A, conforme a ABNT NBR 6756 ou cordoalhas de fio de aço zincado, conforme ABNT NBR 15583.

##### 5.2.1. Massa Específica

Para fins de cálculo a massa específica dos fios de alumínio é considerada como  $2,703 \text{ g/cm}^3$ , e para os fios de aço  $7,780 \text{ g/cm}^3$ , a  $20^\circ\text{C}$ .

##### 5.2.2. Resistência Elétrica e Massa

A resistência elétrica e/ou a massa de qualquer comprimento de cabo é obtida multiplicando-se o valor da resistência e/ou da massa de igual comprimento de um fio componente pela constante correspondente ao número de fios do condutor constante na tabela 1.

Tabela 1: Valores referenciais para a obtenção da resistência elétrica e ou massa por comprimentos de qualquer condutor

| Tipo do Cabo | Número de Fios |     | Constantes  |       |                      |
|--------------|----------------|-----|---|-------|----------------------|
|              |                |     | Constantes de encordoamento para obtenção da massa e resistência elétrica k |       | Resistência Elétrica |
|              | Alumínio       | Aço | Alumínio  | Aço   |                      |
| CA           | 7              | -   | 7,091   | -     | 0,14470              |
|              | 19             | -   | 19,340  | -     | 0,05357              |
|              | 37             | -   | 37,740  | -     | 0,02757              |
|              | 61             | -   | 62,350  | -     | 0,01676              |
| CAA          | 6              | 1   | 6,091   | 1,000 | 0,16920              |
|              | 26             | 7   | 26,650  | 7,032 | 0,03928              |

### 5.2.3. Fios de Alumínio Antes do Encordoamento

Os fios de alumínio de tempera H19, antes do encordoamento devem atender os requisitos dimensionais, mecânicos e elétricos da ABNT NBR 5118, resumidos na tabela 2.

Tabela 2: Características físicas dos fios de alumínio antes do encordoamento

| Diâmetro Nominal |      |            | Resistência à Tração Mínima |                   | Alongamento à ruptura em 250 mm |                   | Resistividade Elétrica máxima a 20°C |
|------------------|------|------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| (mm)             |      |            | (MPa)                       |                   | (%)                             |                   | (Ohm.mm <sup>2</sup> /m)             |
| Acima de         | Até  | Tolerância | Média Mínima                | Mínima Individual | Média Mínima                    | Mínima Individual | 61% IACS                             |
| 0,27             | 1,27 | ±0,01      | 172                         | 159               | -                               | -                 | 0,028264                             |
| 1,27             | 1,52 | ±0,03      | 200                         | 186               | 1,4                             | 1,2               |                                      |
| 1,52             | 1,78 | ±0,03      | 197                         | 186               | 1,5                             | 1,3               |                                      |
| 1,78             | 2,03 | ±0,03      | 193                         | 183               | 1,6                             | 1,4               |                                      |
| 2,03             | 2,29 | ±0,03      | 190                         | 179               | 1,6                             | 1,5               |                                      |
| 2,29             | 2,54 | ±0,03      | 186                         | 176               | 1,6                             | 1,5               |                                      |
| 2,54             | 2,79 | ±0,03      | 179                         | 169               | 1,6                             | 1,5               |                                      |
| 2,79             | 3,05 | ±0,03      | 176                         | 165               | 1,7                             | 1,6               |                                      |
| 3,05             | 3,56 | ±1%        | 172                         | 162               | 1,8                             | 1,7               |                                      |
| 3,56             | 3,81 | ±1%        | 169                         | 162               | 1,9                             | 1,8               |                                      |
| 3,81             | 4,57 | ±1%        | 165                         | 159               | 2,0                             | 1,9               |                                      |
| 4,57             | 5,33 | ±1%        | 165                         | 159               | 2,1                             | 2,0               |                                      |
| 5,33             | 6,60 | ±1%        | 162                         | 155               | 2,3                             | 2,2               |                                      |



#### 5.2.4. Fios de Alumínio Após o Encordoamento

Quando submetido ao ensaio de resistência à tração, o fio de alumínio retirado do cabo deve apresentar um valor de tensão de ruptura pelo menos igual a 95% do valor exigido antes do encordoamento. Quanto à ductilidade, o fio deve apresentar as mesmas características de antes do encordoamento.

Deve apresentar valor mínimo de condutividade de 61% IACS a 20°C.

A medição deve ser feita à temperatura ambiente não inferior a 5°C e nem superior a 40°C.

Os fios devem estar limpos e a variação de temperatura deve ser corrigida conforme a tabela, sendo o cálculo da condutividade percentual a 20°C, para condutor de alumínio, feito pela fórmula:

$$C\% = \frac{k}{R_{t^{\circ}} \times m}$$

Onde:

C% - condutividade percentual a 20°C

K - constante referida a temperatura t°

Rt° - resistência medida a temperatura t°

m - massa do fio (g/m)



Tabela 3: Constante “k” referida a temperatura “T°”

| t° (°C) | K      | t° (°C) | K      | t° (°C) | K      | t° (°C) | K      |
|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 5,0     | 4,3785 | 14,0    | 4,5476 | 23,0    | 4,7166 | 32,0    | 4,8856 |
| 5,5     | 4,3879 | 14,5    | 4,5569 | 23,5    | 4,4726 | 32,5    | 4,8950 |
| 6,0     | 4,3986 | 15,0    | 4,5663 | 24,0    | 4,7354 | 33,0    | 4,9044 |
| 6,5     | 4,4067 | 15,5    | 4,5757 | 24,5    | 4,7448 | 33,5    | 4,9138 |
| 7,0     | 4,4161 | 16,0    | 4,5851 | 25,0    | 4,7541 | 34,0    | 4,9232 |
| 7,5     | 4,4255 | 16,5    | 4,5945 | 25,5    | 4,7635 | 34,5    | 4,9326 |
| 8,0     | 4,4349 | 17,0    | 4,6039 | 26,0    | 4,7729 | 35,0    | 4,9419 |
| 8,5     | 4,4443 | 17,5    | 4,6133 | 26,5    | 4,7823 | 35,5    | 4,9513 |
| 9,0     | 4,4536 | 18,0    | 4,6227 | 27,0    | 4,7917 | 36,0    | 4,9607 |
| 9,5     | 4,4630 | 18,5    | 4,6321 | 27,5    | 4,8011 | 36,5    | 4,9701 |
| 10,0    | 4,4724 | 19,0    | 4,6415 | 28,0    | 4,8105 | 37,0    | 4,9795 |
| 10,5    | 4,4818 | 19,5    | 4,6508 | 28,5    | 4,8199 | 37,5    | 4,9889 |
| 11,0    | 4,4912 | 20,0    | 4,6602 | 29,0    | 4,8293 | 38,0    | 4,9983 |
| 11,5    | 4,5006 | 20,5    | 4,6696 | 29,5    | 4,8387 | 38,5    | 5,0077 |
| 12,0    | 4,5100 | 21,0    | 4,6790 | 30,0    | 4,8480 | 39,0    | 5,0171 |
| 12,5    | 4,5194 | 21,5    | 4,6884 | 35,0    | 4,4574 | 39,5    | 5,0265 |
| 13,0    | 4,5288 | 22,0    | 4,6978 | 40,0    | 4,8668 | 40,0    | 5,0359 |
| 13,5    | 4,5382 | 22,5    | 4,7072 | 45,0    | 4,8762 |         |        |

### 5.2.5. Fios de Aço Antes do Encordoamento

Os fios de aço, antes do encordoamento, devem ser zincados na classe 1 ou A, e atender os requisitos indicados na ABNT NBR 6756, resumidos nas tabelas 4, 5, 6 e 7.

Tabela 4: Requisitos de zincagem para os fios de aço antes do encordoamento

| Diâmetro Nominal |      | Massa mínima da camada de Zinco | Nº de imersões de 1 min |
|------------------|------|---------------------------------|-------------------------|
| ( mm )           |      | ( g/m <sup>2</sup> )            | (preece)                |
| acima            | até  | Classe 1 ou A                   | Classe 1 ou A           |
| 1,24             | 1,52 | 185                             | 2                       |
| 1,52             | 1,90 | 200                             | 2                       |
| 1,90             | 2,28 | 215                             | 2                       |
| 2,28             | 2,64 | 230                             | 2½                      |
| 2,64             | 3,05 | 245                             | 3                       |
| 3,05             | 3,56 | 260                             | 3                       |
| 3,56             | 4,57 | 275                             | 3½                      |
| 4,57             | 5,50 | 305                             | 3½                      |



Nota: ½ imersão equivale a uma imersão de 30 segundos.

A camada de zinco deve ter espessura uniforme e deve aderir firmemente ao aço.

A zincagem deverá ser por imersão em banho de zinco em fusão, sendo que as porcentagens máximas de impurezas permissíveis nos lingotes de zinco virgem estão na tabela 5.

Tabela 5: Teor máximo de impurezas do banho de Zinco

| <b>Teor máximo de impurezas</b> |        |
|---------------------------------|--------|
| Chumbo                          | 0,07%  |
| Ferro                           | 0,02%  |
| Cádmio                          | 0,03%  |
| Alumínio                        | 0,005% |
| Total máximo                    | 0,10%  |

Tabela 6: Requisitos mecânicos para os fios de aço

| <b>Diâmetro Nominal</b> |            | <b>Tensão mínima a 1% de alongamento</b> | <b>Limite mínimo de resistência à tração</b> | <b>Alongamento mínimo na ruptura, em 250 mm</b> |
|-------------------------|------------|--|--|---|
| <b>( mm )</b>           |            | <b>( MPa )</b>                           | <b>( MPa )</b>                               | <b>( % )</b>                                    |
| <b>acima</b>            | <b>até</b> | <b>Classe 1 ou A</b>                     | <b>Classe 1 ou A</b>                         | <b>Classe 1 ou A</b>                            |
| 1,24                    | 2,28       | 1310                                     | 1450   | 3,0   |
| 2,28                    | 3,05       | 1280                                     | 1410   | 3,5   |
| 3,05                    | 3,56       | 1240                                     | 1410   | 4,0   |
| 3,56                    | 5,50       | 1170                                     | 1380   | 4,0   |



Tabela 7: Tolerâncias para a dimensão dos diâmetros dos fios de aço

| Diâmetro Nominal |      | Tolerância |           |
|------------------|------|------------|-----------|
| ( mm )           |      | ( mm )     |           |
| acima            | até  | Para menos | Para mais |
| 1,24             | 2,28 | 0,03       | 0,04      |
| 2,28             | 3,05 | 0,05       | 0,05      |
| 3,05             | 3,56 | 0,05       | 0,08      |
| 3,56             | 5,50 | 0,08       | 0,10      |

#### 5.2.6. Fios de Aço Após o Encordoamento

Os fios de aço, após o encordoamento, devem apresentar o limite de resistência à tração e à tensão a 1% de alongamento, no mínimo iguais a 95% do valor especificado antes do encordoamento. O alongamento na ruptura, em 250 mm, pode apresentar uma queda de até 0,5, em valor numérico, do valor especificado antes do encordoamento.

Os fios devem manter a ductilidade e as características da camada de zinco exigidas antes do encordoamento.

#### 5.3. Acabamento

O cabo deve apresentar diâmetro uniforme e ter acabamento sem fissuras, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento e outros defeitos que possam afetar seu desempenho.

#### 5.4. Emendas

Nos cabos com 7 fios não é permitida qualquer emenda nos fios componentes.

Nos cabos com mais de 7 fios somente são permitidas emendas nos fios de alumínio rompidos devido a ocorrências acidentais durante o processo de encordoamento.

As emendas devem conservar a forma geométrica do fio original.

As emendas nos fios de alumínio feitas durante o encordoamento devem ser separadas com mais de 15 m de qualquer outra emenda, em qualquer coroa e são permitidas no máximo 4 por lance do condutor. As emendas devem ser feitas por pressão a frio, solda elétrica de topo ou outro método adequado e que mantenha a qualidade do produto.

Nos fios com emendas feitas por solda elétrica de topo, deve ser efetuado tratamento térmico de





recozimento até uma distância mínima de 250 mm de cada lado da emenda.

As emendas feitas por solda elétrica de topo e seguidas de recozimento devem apresentar tensão de ruptura superior a 75 MPa e quando feitas por pressão a frio, deverão apresentar tensão de ruptura superior a 130 MPa, não sendo exigido, porém, nenhum requisito quanto à ductilidade.

Nos fios de aço não são permitidas emendas.

#### 5.5. Resistência Mecânica Calculada - RMC

A resistência mecânica calculada do cabo completo deve ser tomada como a soma das contribuições de todos os fios componentes.

A contribuição de resistência oferecida pelos fios de alumínio deve ser tomada como um percentual da soma das cargas de ruptura dos fios de alumínio, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e do limite da resistência à tração, indicados no inciso 5.2.3.

A contribuição de resistência oferecida pelos fios da alma de aço deve ser tomada como um percentual da soma das cargas dos fios de aço, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e das tensões mínimas a 1% de alongamento sob carga, conforme indicado no inciso 5.2.5.

O fator para a obtenção da RMC do cabo completo pode ser encontrado na tabela 8.

Tabela 8: Fatores para a obtenção da RMC do cabo completo

| TIPO DO CABO | ENCORDAMENTO   |     | FATOR DE CORREÇÃO |     |
|--------------|----------------|-----|-------------------|-----|
|              | NÚMERO DE FIOS |     | (% )              |     |
|              | ALUMÍNIO       | AÇO | ALUMÍNIO          | AÇO |
| CAA          | 6              | 1   | 96                | 96  |
|              | 26             | 7   | 93                | 96  |
| CA           | 7              | -   | 96                | -   |
|              | 19             | -   | 93                | -   |
|              | 37             | -   | 91                | -   |
|              | 61             | -   | 90                | -   |

#### 5.6. Módulo de Elasticidade Final

Cabo CA com 7 fios: 60.000 MPa

Cabo CA com 19 e 37 fios: 57.000 MPa

Cabo CA com 61 fios: 55.000 MPa

Cabo CAA com 6/1 fios: 79.000 MPa



Cabo CAA com 26/7 fios: 74.000 MPa

A tolerância para o módulo de elasticidade é de  $\pm 3.000$  MPa.

### 5.7. Coefficiente de Dilatação Linear

Cabo CA (todos):  $23 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Cabo CAA com 6/1 fios:  $19,1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Cabo CAA com 26/7 fios:  $18,9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

### 5.8. Encordoamento

O cabo deve ser encordoado uniformemente em toda a sua extensão e o sentido do encordoamento nas coroas sucessivas deve ser alternado, sendo o da coroa externa para a direita.

### 5.9. Relação de Encordoamento

A relação de encordoamento dos cabos CA deve ser conforme a tabela 9 e dos cabos CAA conforme a tabela 10.

Tabela 9: Relação de encordoamento para cabos CA

| Número de Fios do Cabo | Coroa de 6 fios |      | Coroa de 12 fios |      | Coroa de 18 fios |      | Coroa de 24 fios |      |
|------------------------|-----------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|
|                        | Mín.            | Máx. | Mín.             | Máx. | Mín.             | Máx. | Mín.             | Máx. |
| 7                      | 10              | 14   |                  |      |                  |      |                  |      |
| 19                     | 10              | 16   | 10               | 14   |                  |      |                  |      |
| 37                     | 10              | 16   | 10               | 16   | 10               | 14   |                  |      |
| 61                     | 10              | 16   | 10               | 16   | 10               | 15   | 10               | 14   |

Tabela 10: Relação de encordoamento para cabos CAA

| Número de Fios do Cabo | Fios de Alumínio |        |                 |        | Fios de Aço     |        |
|------------------------|------------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
|                        | Última Coroa     |        | Penúltima Coroa |        | Coroa de 6 Fios |        |
|                        | Mínimo           | Máximo | Mínimo          | Máximo | Mínimo          | Máximo |
| 6/1                    | 10               | 14     |                 |        |                 |        |
| 26/7                   | 10               | 13     | 10              | 16     | 18              | 28     |



#### 5.10. Seção Transversal

A área calculada da seção transversal de um cabo, em função dos diâmetros medidos dos fios componentes, não pode ser inferior a 98% do valor nominal.

#### 5.11. Dimensões e Formação

A formação, as dimensões, a massa nominal, a Resistência Mecânica Calculada - RMC, o raio médio geométrico, a resistência elétrica a 20°C e a capacidade de condução de corrente se encontram no Anexo 7.1.

#### 5.12. Acondicionamento e Fornecimento

Os cabos devem ser acondicionados em rolos ou em carretéis conforme a E-141.0001.

Os carretéis de madeira devem atender aos requisitos da ABNT NBR 11137 e a madeira utilizada para a confecção dos carretéis deve atender a ABNT NBR 6236, com durabilidade mínima de 24 meses.

Deve-se proceder a proteção adequada quando a madeira para os carretéis possuírem tratamento preservativo a base de cobre.

O acondicionamento em rolos deve ser limitado à massa líquida de 40 kg, para movimentação manual.

É permitida uma variação de menos 5% no lance nominal de cabos com seção superior a 2 AWG (35 mm<sup>2</sup>) e menos 10% para o cabo com seção igual ou inferior a 2 AWG (35 mm<sup>2</sup>).

É permitida a entrega de até 10% da massa da encomenda em lances não inferiores a 50% do comprimento nominal.

A quantidade em massa da encomenda indicada no pedido de compra pode sofrer uma tolerância de entrega de menos 2%.

Os carretéis devem ser marcados nas duas faces laterais externas, diretamente sobre o disco ou em plaqueta metálica, com caracteres legíveis e indelévels, com as seguintes indicações:

- a) nome do fabricante e CNPJ;
- b) endereço da fábrica;
- c) indústria brasileira;
- d) tipo de condutor e formação do condutor;



- e) seção do condutor em  $\text{mm}^2$  e seção em AWG, diâmetro médio do condutor;
- f) número de lances e comprimento em metros;
- g) massa líquida e bruta em quilogramas;
- h) número de série da bobina para fins de rastreabilidade;
- i) número do documento de compra;
- j) destino (cidade, estado, almoxarifado);
- l) seta indicadora do sentido de desenrolar o cabo;
- m) código do carretel.

As alíneas *d*, *f* e *h* devem, obrigatoriamente, estar gravadas no próprio carretel, independente de constarem na etiqueta de identificação.

Os rolos devem conter uma etiqueta com as indicações acima, exceto as alíneas *h*, *l* e *m*.

Na extremidade da última camada do cabo, deve ser amarrada uma etiqueta indelével com as indicações acima, exceto a alínea *l* para as bobinas e alíneas *h*, *l* e *m* para os rolos.

No caso de bobinas, contendo mais de um lance de fabricação, o ponto correspondente ao fim de um lance e início de outro deve ser indicado com fita, de modo a ficar visível durante a retirada do cabo.

### 5.13. Encomenda do Cabo

No edital de concorrência devem ser especificados:

- a) tipo de cabo;
- b) massa total do fornecimento em quilograma;
- c) comprimento das unidades de expedição em metros;
- d) área do condutor em  $\text{mm}^2$  ou seção em AWG;



- e) classe do condutor;
- f) formação (nº de fios/diâmetro em milímetro);
- g) tipo de acondicionamento (rolo ou carretel);
- h) classe de zincagem dos fios de aço.

## 5.14. Inspeção

### 5.14.1. Condições Gerais de Inspeção

O fornecedor tomará todas as providências para que a inspeção dos materiais se realize em condições adequadas, de acordo com as normas recomendadas e com esta Especificação.

Assim, deverá proporcionar todas as facilidades para o livre acesso aos laboratórios, às dependências onde estão sendo fabricados os materiais, ao local de embalagem, etc., bem como fornecer pessoal habilitado a prestar informações e executar os ensaios, além de fornecer todos os instrumentos e dispositivos para realizá-los.

A solicitação de inspeção deve ser comunicada com antecedência mínima de 10 dias úteis.

Todos os ensaios previstos nesta Especificação devem ser realizados à custa do fabricante.

A aceitação do material pela Celesc D. seja pela comprovação dos valores ou por eventual dispensa da inspeção, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer o material em plena concordância com o Pedido de Compra e com esta Especificação, nem invalidará ou comprometerá qualquer reclamação que a Celesc D. venha a fazer baseada na existência de material inadequado ou defeituoso.

Por outro lado a rejeição do material em virtude de falhas constatadas através da inspeção, durante os ensaios, ou em virtude da discordância com o Pedido de Compra ou com esta Especificação, não eximirá o fornecedor em fornecê-lo na data de entrega prometida. Se na opinião da Celesc D., a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a Celesc D. se reserva o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir o material de outra fonte, sendo o fornecedor considerado como infrator estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.



Na inspeção de recebimento no almoxarifado da Celesc D. o material estará sujeito a repetição dos ensaios de recebimento previstos e o custo, neste caso, será por conta da Celesc D.

#### 5.15. Ensaios

Os ensaios previstos nesta Especificação são classificados em:

- a) ensaios de tipo;
- b) ensaios de recebimento;
- c) ensaios complementares.

Os ensaios relacionados não invalidam a realização daqueles que o fornecedor julgar necessário para controlar a qualidade do seu produto.

##### 5.15.1. Ensaios de Tipo

Estes ensaios devem ser realizados com a finalidade de demonstrar o satisfatório comportamento do projeto do cabo. Por isso não precisam ser repetidos, a menos que haja modificação de materiais ou de construção do cabo, que possa modificar o seu desempenho.

Após a realização dos ensaios de tipo, deve ser emitido um certificado pelo fabricante ou por entidade reconhecida pelo fabricante e pela Celesc D. Este certificado só é válido se for aprovado pela Celesc D. A aprovação só pode ser utilizada pelo fabricante, para outros compradores, se a Celesc D. autorizar.

Quando os ensaios de tipo, já certificados pelo fabricante, forem solicitados pela Celesc D para um pedido de compra, o seu custo deve ser objeto de acordo comercial.

Os ensaios de tipo previstos nesta Especificação são:

- a) ensaio de tensão-deformação do cabo;
- b) ensaio para determinar o coeficiente de dilatação linear;
- c) ensaio de ruptura do cabo completo.



### 5.15.2. Ensaios de Recebimento

Os ensaios de recebimento previstos nesta Especificação são:

- a) inspeção visual - verificação dimensional e verificações gerais como: acabamento do cabo e dos fios componentes, verificação da composição, determinação do diâmetro do cabo e dos fios componentes e verificação das características de encordoamento, da massa do cabo e procedência dos lingotes ou vergalhão;
- b) verificação da embalagem e do acondicionamento do cabo;
- c) resistividade e condutividade dos fios de alumínio;
- d) limite de resistência à tração nos fios componentes;
- e) tensão a 1% de alongamento sob carga dos fios de aço;
- f) ductilidade dos fios de alumínio e aço;
- g) revestimento de zinco dos fios de aço (uniformidade, massa e aderência da camada).

### 5.15.3. Ensaios Complementares de Recebimento

São ensaios realizados a custas da Celesc D, nas instalações do fornecedor ou em laboratório capacitado, por ocasião do recebimento de cada lote.

O ensaio complementar previsto é o ensaio de tensão-deformação do cabo.

A execução do ensaio fica a critério da Celesc D e deve ser solicitada através do Pedido de Compra.

O pagamento do ensaio por parte da Celesc D estará condicionado à aceitação do lote.

A amostra para a execução do ensaio constitui-se de 3 corpos de prova de comprimento suficiente para a realização do ensaio, retiradas de qualquer unidade do lote e ao inteiro critério do inspetor da Celesc D.



#### 5.15.4. Plano de Amostragem

Os ensaios previstos para os fios componentes podem ser efetuados antes ou após o encordoamento.

O tamanho da amostra e os critérios de aceitação e rejeição do lote completo para inspeção geral e ensaios elétricos e mecânicos devem ser de acordo com os subincisos a seguir.

##### 5.15.4.1. Ensaio dos Fios Antes do Encordoamento

No caso dos ensaios serem efetuados antes do encordoamento, deve ser aplicado o plano de amostragem estabelecido na tabela 11.

Tabela 11: Plano de amostragem dupla normal

| TAMANHO DO LOTE | NÍVEL DE INSPEÇÃO II; NQA = 2,5% |     |     |                    |     |     |
|-----------------|----------------------------------|-----|-----|--------------------|-----|-----|
|                 | PRIMEIRA AMOSTRA                 |     |     | SEGUNDA AMOSTRA    |     |     |
|                 | UNIDADES A ENSAIAR               | AC1 | RE1 | UNIDADES A ENSAIAR | AC2 | RE2 |
| 02 a 08         | 2                                | 0   | 1   | -                  | -   | -   |
| 09 a 15         | 3                                | 0   | 1   | -                  | -   | -   |
| 16 a 25         | 5                                | 0   | 1   | -                  | -   | -   |
| 26 a 50         | 8                                | 0   | 1   | -                  | -   | -   |
| 51 a 90         | 8                                | 0   | 2   | 1                  | 1   | 2   |
| 91 a 150        | 13                               | 0   | 2   | 1                  | 1   | 2   |
| 151 a 280       | 20                               | 0   | 3   | 3                  | 3   | 4   |
| 281 a 500       | 32                               | 1   | 4   | 4                  | 4   | 5   |

AC1 - Número de unidades defeituosas encontradas na primeira amostra que permite aceitar o lote.

RE1 - Número de unidades defeituosas encontradas na primeira amostra que permite rejeitar o lote.

Quando o número de unidades defeituosas estiver entre AC1 e RE1, deve ser ensaiada a segunda amostra de tamanho igual a primeira.

AC2 - Número de unidades defeituosas encontradas na segunda amostra que permite aceitar o lote.

RE2 - Número de unidades defeituosas encontradas na segunda amostra que permite rejeitar o lote.

Os corpos de prova devem ter comprimentos suficientes para a realização do ensaio e deve-





se desprezar o primeiro metro da extremidade das amostras.

5.15.4.2. Ensaio Efetuado Após o Encordoamento

No caso dos ensaios serem efetuados após o encordoamento, deve ser aplicado o plano de amostragem definido no subinciso 5.15.4.1. desta Especificação.

A quantidade de fios de cada cabo que deve ser ensaiado é determinada conforme a seguinte tabela 12:

Tabela 12: Quantidade de fios a retirar para ensaios do cabo CA

| Nº de fios | Coroas  |                 |                  |                  |                  |
|------------|---------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
|            | Central | Coroa de 6 fios | Coroa de 12 fios | Coroa de 18 fios | Coroa de 24 fios |
| 7          | 1       | 2               |                  |                  |                  |
| 19         | 1       | 2               | 2                |                  |                  |
| 37         | 1       | 1               | 2                | 2                |                  |
| 61         | 1       | 1               | 2                | 2                | 3                |

Tabela 13: Quantidade de fios a retirar para ensaios do cabo CAA

| Nº de fios | Coroas  |          |                          |               |
|------------|---------|----------|--------------------------|---------------|
|            | Aço     |          | Alumínio                 |               |
|            | Central | 1ª Coroa | Primeira coroa (externa) | Segunda Coroa |
| 6/1        | 1-      | -        | 2                        | -             |
| 26/7       | 1       | 2        | 2                        | 2             |

5.16. Descrição dos Ensaio

5.16.1. Carga de Ruptura

A carga de ruptura do cabo completo, quando ensaiado conforme a NBR 7272 não pode ser menor que a Resistência Mecânica Calculada - RMC, desde que a ruptura se verifique a mais de 25 mm dos terminais de fixação.



Se a ruptura se verificar nos terminais de fixação ou a uma distância menor ou igual a 25 mm destes, a carga da ruptura não pode ser menor que 95% da resistência mecânica calculada.

Observação:

O cabo é considerado rompido quando qualquer de seus fios se romperem.

O condutor completo quando ensaiado conforme a NBR 7272 deve apresentar variação máxima de 2% no diâmetro, sob carga de 30% da resistência mecânica calculada em relação ao diâmetro de pré-carga e ondulação máxima de 0,6 mm sob carga de 50% da resistência mecânica calculada.

#### 5.16.2. Ensaio de Tensão-Deformação

O ensaio deve ser executado conforme a NBR 7302.

#### 5.16.3. Características Dimensionais

Devem ser observadas as características previstas nos subitens 5.2., 5.8., 5.9. e Anexo 7.1., quando verificadas conforme a NBR 6242.

#### 5.16.4. Características Mecânicas e Elétricas

As características mecânicas e elétricas dos fios de alumínio componentes dos cabos, previstas nos incisos 5.2.3. e 5.2.4., devem ser verificadas conforme indicado na NBR 5118.

Os requisitos mecânicos e as características da camada de zinco dos fios de aço, previstas nos incisos 5.2.5. e 5.2.6., devem ser verificadas conforme a NBR 6756.

#### 5.17. Corpos de Prova

A retirada dos corpos de prova para ensaios de fios antes do encordoamento deve ser feita conforme a NBR 5118.

Para os ensaios de tipo previstos no inciso 5.15.1., devem ser retirados corpos de prova conforme a NBR 7273.

Para os ensaios de recebimento previstos no inciso 5.15.2., deve ser retirado corpo de prova de 3 m em cada bobina ou rolo da amostra, desprezando o primeiro metro inicial.



## 5.18. Aceitação e Rejeição

É considerado defeituoso o material que não atender a qualquer dos requisitos citados nesta Especificação.

A aceitação e rejeição do lote devem obedecer ao critério estabelecido no plano de amostragem, com relação ao número de amostras que não satisfizerem os requisitos especificados.

Qualquer unidade que tiver sua amostra representativa rejeitada deve ser excluída do lote.

O fabricante pode recompor um novo lote e submetê-lo a nova inspeção, após ter eliminado as unidades defeituosas. Em caso de nova rejeição, são aplicadas as cláusulas contratuais pertinentes.

## 6. DISPOSIÇÕES FINAIS

### 6.1. Normas Recomendadas

Na aplicação desta Especificação poderão ser consultadas as seguintes Normas:

E-141-0001 – Padrão de Embalagens

E-313.0045 - Certificação de Homologação de Produtos

NBR 5118 - Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos

NBR 5456 - Eletricidade geral - Terminologia

NBR 5471 - Condutores elétricos – Terminologia

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

NBR 6238 - Ensaio de envelhecimento acelerado para fios e cabos elétricos - Método de Ensaio

NBR 6242 - Verificação dimensional para fios e cabos elétricos - Método de Ensaio

NBR 6243 - Choque térmico para fios e cabos elétricos - Método de Ensaio

NBR 6756 - Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio-liga - Especificação



NBR 7270 - Cabos de Alumínio nus com alma de aço zincado para linhas aéreas - Especificação

NBR 7271 - Cabos de Alumínio nus para linhas aéreas - Especificação

NBR 7272 - Condutores elétricos de alumínio - Ruptura e característica dimensional - Método de Ensaio

NBR 7273 - Condutores elétricos de alumínio - Retirada e preparação de corpo de prova para ensaio de tipo - Procedimento

NBR 7302 - Condutores elétricos de alumínio - Tensão-deformação em condutores de alumínio - Método de Ensaio

NBR 7310 - Transporte, armazenamento e utilização de bobinas de condutores elétricos em madeira - Padronização

NBR 7312 - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais - Padronização

NBR 11137 - Carretéis de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Padronização



7. ANEXOS

7.1. Características dos Cabos CA e CAA

7.2. Padrão de Acondicionamento – Rolo e Carretel – Para Distribuição

7.3. Informações a Serem Prestadas com a Proposta

7.4. Cálculo de Queda de Tensão

7.5. Controle de Revisões e Alterações

7.6. Histórico de Revisões



7.1. Características dos Cabos CA E CAA

| Seção<br><br>(AWG<br>ou<br>MCM) | Tipo de Cabo | Código Comercial | Reatância<br><br>(ohm/km) | Resistência<br>Elétrica<br>Máxima |        | Capacidade de<br>Condução de Corrente <sup>(1)</sup><br>(A) |      |      |     | Código<br>CELESC |
|---------------------------------|--------------|------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------|---|------|------|-----|------------------|
|                                 |              |                  |                           | (ohm/km)                          |        | Temp. Ambiente (°C)   |      |      |     |                  |
|                                 |              |                  | 20 °C                     | 75 °C                             | 25     | 30  | 35   | 40   |     |                  |
| 4                               | CA           | ROSE             | 0,3740                    | 1,3606                            | 1,6667 | 154   | 146  | 137  | 128 | 5274             |
|                                 | CAA          | SWAN             | 0,4495                    | 1,3545                            | 1,7159 | 157   | 148  | 139  | 130 | 5283             |
| 2                               | CA           | IRIS             | 0,3576                    | 0,8567                            | 1,0466 | 206   | 195  | 183  | 170 | 5275             |
|                                 | CAA          | SPARROW          | 0,4167                    | 0,8541                            | 1,1089 | 208   | 197  | 185  | 172 | 5284             |
| 1/0                             | CA           | POPPY            | 0,3379                    | 0,5369                            | 0,6594 | 275   | 261  | 245  | 228 | 5276             |
|                                 | CAA          | RAVEN            | 0,3871                    | 0,5360                            | 0,8891 | 278   | 263  | 247  | 230 | 5285             |
| 2/0                             | CA           | ASTER            | 0,3314                    | 0,4267                            | 0,5217 | 318   | 301  | 283  | 263 | 5277             |
|                                 | CAA          | QUAIL            | 0,3740                    | 0,4261                            | 0,5807 | 319   | 302  | 284  | 264 | 5286             |
| 4/0                             | CA           | OXLIP            | 0,3130                    | 0,2675                            | 0,3281 | 425   | 402  | 378  | 351 | 5279             |
|                                 | CAA          | PENGUIN          | 0,3445                    | 0,2676                            | 0,3839 | 424   | 401  | 376  | 350 | 5288             |
| 336,4                           | CA           | TULIP            | 0,2913                    | 0,1686                            | 0,2073 | 570   | 538  | 505  | 469 | 5280             |
|                                 | CAA          | LINNET           | 0,2802                    | 0,1699                            | 0,2034 | 577   | 545  | 516  | 479 | 5292             |
| 477                             | CA           | COSMOS           | 0,2782                    | 0,1192                            | 0,1467 | 702   | 663  | 622  | 577 | 5282             |
|                                 | CAA          | HAWK             | 0,2671                    | 0,1199                            | 0,1437 | 719   | 679  | 637  | 591 | 5295             |
| 636                             | CA           | ORCHID           | 0,2661                    | 0,0892                            | 0,1102 | 842   | 795  | 746  | 691 | 25445            |
|                                 | CAA          | GROSBEAK         | 0,2559                    | 0,0900                            | 0,1079 | 862   | 814  | 763  | 707 | 5296             |
| 1113                            | CA           | MARIGOLD         | 0,2444                    | 0,0510                            | 0,0643 | 1190  | 1122 | 1051 | 974 | 29511            |

Notas:

(1) – Valores médios obtidos de cálculos de fabricantes, para as seguintes condições de cálculo:

Emissividade (e): 0,23

Frequência: 60 Hz

Velocidade do Vento: 1 m/s

Temperatura do condutor: 75°C

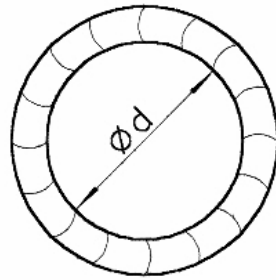
Radiação Solar: 1000 W/m<sup>2</sup>



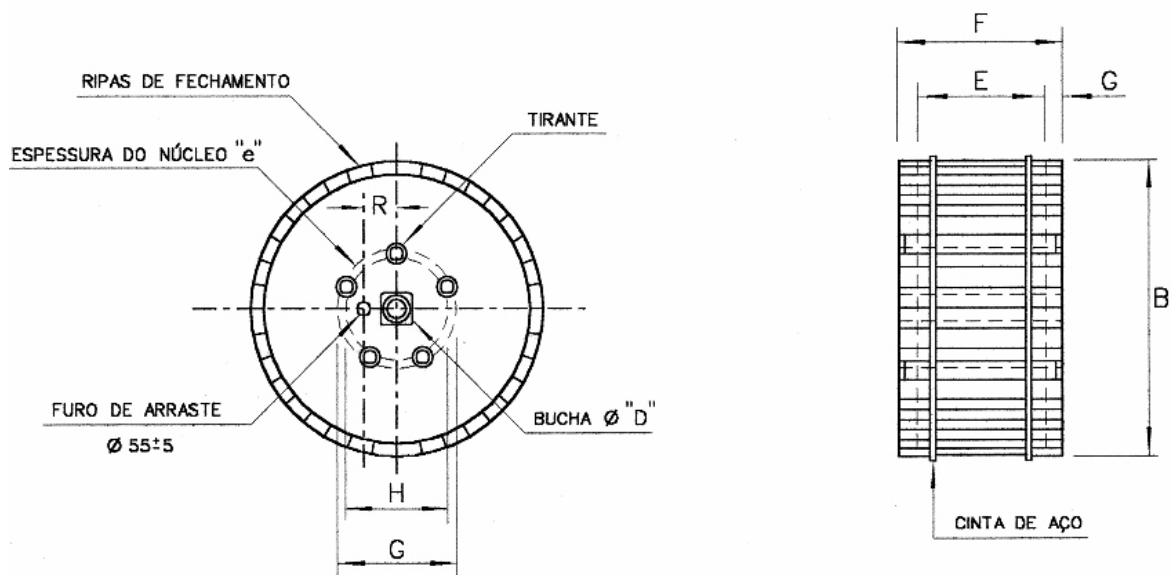
| Seção        | Tipo de Cabo | Número de Fios |     | Diâmetro dos Fios |      | Diâmetros     |          | Seção Nominal      | Massa Nominal | RMC    | Raio Médio Geométrico a 60Hz |
|--------------|--------------|----------------|-----|-------------------|------|---------------|----------|--------------------|---------------|--------|------------------------------|
|              |              |                |     | (mm)              |      | (mm)          |          |                    |               |        |                              |
| (AWG ou MCM) |              | Al             | Aço | Al                | Aço  | Cabo Completo | Alma Aço | (mm <sup>2</sup> ) | (kg/km)       | (kN)   | (mm)                         |
| 4            | CA           | 7              | -   | 1,96              | -    | 5,88          | -        | 21,12              | 58,2          | 3,91   | 2,13                         |
|              | CAA          | 6              | 1   | 2,12              | 2,12 | 6,36          | 2,12     | 24,71              | 85,6          | 8,30   | 2,44                         |
| 2            | CA           | 7              | -   | 2,47              | -    | 7,41          | -        | 33,54              | 92,5          | 5,99   | 2,69                         |
|              | CAA          | 6              | 1   | 2,67              | 2,67 | 8,01          | 2,67     | 39,19              | 135,8         | 12,65  | 3,08                         |
| 1/0          | CA           | 7              | -   | 3,12              | -    | 9,36          | -        | 53,52              | 147,6         | 8,84   | 3,39                         |
|              | CAA          | 6              | 1   | 3,37              | 3,37 | 10,11         | 3,37     | 62,44              | 216,2         | 19,46  | 3,88                         |
| 2/0          | CA           | 7              | -   | 3,50              | -    | 10,50         | -        | 67,35              | 185,7         | 11,12  | 3,81                         |
|              | CAA          | 6              | 1   | 3,78              | 3,78 | 11,34         | 3,78     | 78,55              | 272,0         | 23,53  | 4,36                         |
| 4/0          | CA           | 7              | -   | 4,42              | -    | 13,26         | -        | 107,41             | 296,1         | 17,01  | 4,81                         |
|              | CAA          | 6              | 1   | 4,77              | 4,77 | 14,31         | 4,77     | 125,09             | 433,2         | 37,06  | 5,50                         |
| 336,4        | CA           | 19             | -   | 3,38              | -    | 16,90         | -        | 170,48             | 470,0         | 27,27  | 6,40                         |
|              | CAA          | 26             | 7   | 2,89              | 2,25 | 18,29         | 6,75     | 198,38             | 689,9         | 62,91  | 7,42                         |
| 477          | CA           | 19             | -   | 4,02              | -    | 20,10         | -        | 241,15             | 664,9         | 37,01  | 7,62                         |
|              | CAA          | 26             | 7   | 3,44              | 2,68 | 21,80         | 8,03     | 281,14             | 978,0         | 87,18  | 8,84                         |
| 636          | CA           | 37             | -   | 3,33              | -    | 23,31         | -        | 322,24             | 888,4         | 50,44  | 8,95                         |
|              | CAA          | 26             | 7   | 3,97              | 3,09 | 25,15         | 9,27     | 374,33             | 1301,7        | 111,90 | 10,21                        |
| 1113         | CA           | 61             | -   | 3,43              | -    | 30,87         | -        | 563,65             | 1554,0        | 87,25  | 11,93                        |



7.2. Padrão de Acondicionamento – Rolo e Carretel – Para Distribuição



|                   |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DIÂMETRO "d" (mm) | 155 | 180 | 225 | 300 | 350 | 400 | 500 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|



| CÓDIGO DO CARRETEL | DIMENSÕES - mm |     |    |      |      |    |     |     |    |
|--------------------|----------------|-----|----|------|------|----|-----|-----|----|
|                    | B              | C   | D  | E    | F    | G  | H   | R   | e  |
| 65/25              | 650            | 350 | 83 | 250  | 350  | 50 | 308 | 120 | 20 |
| 65/25              | 650            | 350 | 83 | 450  | 550  | 50 | 308 | 120 | 20 |
| 80/45              | 800            | 350 | 83 | 450  | 550  | 50 | 308 | 120 | 20 |
| 100/60             | 1000           | 500 | 89 | 600  | 726  | 63 | 430 | 180 | 34 |
| 125/70             | 1250           | 600 | 89 | 700  | 826  | 63 | 530 | 180 | 34 |
| 125/100            | 1250           | 600 | 89 | 1000 | 1126 | 63 | 530 | 180 | 34 |

Nota: estas embalagens são para os cabos com seção 4 AWG até o 336,4 MCM CA, para o cabo 336,4 MCM CAA e seções maiores, devem ser consultadas a área usuária e ou pedido de compras.





7.3. Informações a Serem Prestadas com a Proposta

- a) relação das experiências anteriores no fornecimento de cabos nessa seção;
- b) relação de equipamentos utilizados para os ensaios;
- c) local de realização dos ensaios;
- d) cronograma de fabricação;
- e) curva tensa-deformação;
- f) curva do Creep;
- g) o proponente deverá apresentar o formulário do abaixo, devidamente preenchido, juntamente com a proposta.

VALORES GARANTIDOS PELO FABRICANTE

FABRICANTE:

Denominação do Cabo:

| 1     | CARACTERÍSTICA DO CABO   |  |                  |
|-------|--|--|------------------|
| 1.1   | Formação (Al/aço)  |  | firos            |
| 1.2   | Diâmetro   |  | mm               |
| 1.3   | Seção Transversal  |  | mm <sup>2</sup>  |
| 1.4   | Carga de Ruptura   |  | daN              |
| 1.5   | Massa  |  | Kg/km            |
| 1.6   | Coeficiente de dilatação linear                                    |  | °C <sup>-1</sup> |
| 1.7   | Módulo de elasticidade:  |  |                  |
| 1.7.1 | - inicial  |  | MPa              |
| 1.7.2 | - final  |  | MPa              |
| 1.8   | Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante - <b>Listar</b> |  |                  |

| 2   | CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE ALUMÍNIO |  |                  |
|-----|--------------------------------------|--|------------------|
| 2.1 | Diâmetro                             |  | mm               |
| 2.2 | Seção Transversal                    |  | mm <sup>2</sup>  |
| 2.3 | Massa                                |  | Kg/km            |
| 2.4 | Coeficiente de dilatação linear      |  | °C <sup>-1</sup> |
| 2.5 | Massa específica                     |  | g/m <sup>3</sup> |



|       |   |  |                        |
|-------|---|--|------------------------|
| 2.6   | Resistência mecânica:                                       |  |                        |
| 2.6.1 | - Valor médio   |  | MPa                    |
| 2.6.2 | - Valor mínimo  |  | Mpa                    |
|       | Resistividade a 20°C  |  | Ohm.mm <sup>2</sup> /m |
|       | Porcentagem mínima de pureza                                |  | %                      |
| 2.7   | Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante - Listar |  |                        |

|       |  |  |                  |
|-------|--|--|------------------|
| 3     | CARACTERÍSTICAS DOS FIOS DE AÇO – CAA                      |  |                  |
| 3.1   | Diâmetro   |  | mm               |
| 3.2   | Seção Transversal  |  | mm <sup>2</sup>  |
| 3.3   | Massa  |  | Kg/km            |
| 3.4   | Coefficiente de dilatação linear                           |  | °C <sup>-1</sup> |
| 3.5   | Massa específica   |  | g/m <sup>3</sup> |
| 3.6   | Resistência mecânica:                                      |  |                  |
| 3.6.1 | - Valor mínimo   |  | Mpa              |
| 3.6.2 | - A 1% de alongamento                                      |  | Mpa              |
| 3.7   | Alongamento mínimo a ruptura em 250mm                      |  | %                |
| 3.8   | Ensaio de rotina e tipo realizados pelo Fabricante -Listar |  |                  |

|       |                                |  |                  |
|-------|--------------------------------|--|------------------|
| 4     | CARACTERÍSTICAS DA ZINCAGEM    |  |                  |
| 4.1   | Massa de zinco no revestimento |  | g/m <sup>2</sup> |
| 4.2   | Impurezas no zinco             |  |                  |
| 4.2.1 | - Chumbo                       |  | %                |
| 4.2.2 | - Ferro                        |  | %                |
| 4.2.3 | - Cádmio                       |  | %                |
| 4.2.4 | - Alumínio                     |  | %                |
| 4.2.5 | - Outros especificar           |  | %                |
| 4.2.6 | - Total                        |  | %                |
| 4.3   | Método utilizado:              |  |                  |

|       |  |  |      |
|-------|--|--|------|
| 5     | GERAL                                  |  |      |
| 5.1   | Método utilizado para                  |  |      |
| 5.1.1 | Têmpera:                               |  |      |
| 5.1.2 | Emendas:                               |  |      |
| 5.2   | Comprimento do cabo por bobina         |  | m    |
| 5.3   | Massa da bobina pronta para transporte |  | kg   |
| 5.4   | Normas aplicáveis - Listar             |  |      |
| 5.5   | Prazo de entrega                       |  | dias |

Declaramos que garantimos os valores acima informados.

Local e Data

Assinatura responsável

Nota: visar todas as páginas do formulário e demais referentes ao item 7.3.



#### 7.4. Cálculo de Queda de Tensão

$$\Delta U = \frac{k \cdot I \cdot L (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \text{sen} \varphi) \cdot 100}{U}$$

Onde:

$\Delta U$  = Queda de Tensão em (%)

$k = 2$  para sistemas Monofásicos

$k = \sqrt{3}$  para sistemas Tifásicos

$I$  = Corrente em (A)

$L$  = Comprimento da linha em (km)

$R$  = Resistência do condutor à temperatura de operação (75°C) em (ohm/km)

$X$  = Reatância Indutiva em (ohm/km)

$\text{Cos } \varphi$  = Fator de potência de carga

$U$  = Tensão nominal da Linha em (V)



## 7.5 Controle de Revisões e Alterações

Tabela A.6 - Histórico das revisões

| REVISÃO | RESOLUÇÃO - DATA             | ELABORAÇÃO | VERIFICAÇÃO | APROVAÇÃO |
|---------|------------------------------|------------|-------------|-----------|
| 0       | DD N° 50/89 – 03/04/1989     | -          | -           | -         |
| 1       | DD N° 33/93 – 08/03/1993     | -          | -           | -         |
| 2       | DD N° 166/2002 – 26/06/2002  | -          | -           | -         |
| 3       | DTE N° 225/2010 – 18/10/2010 | APD        | GMTK        | PNA       |
| 4       | Atual                        | APD        | GMTK        | SLC       |

Tabela A.7 – Alterações realizadas nesta revisão

| DETALHES DAS ALTERAÇÕES |         |  |
|-------------------------|---------|--|
| ITEM                    | PÁG.    | DESCRIÇÃO  |
| Geral                   |         | Correções ortográficas, substituição de Ordem de Compra por Pedido de Compra e Celesc Distribuição por Celesc D. para padronização como nas outras especificações. |
| 5.12                    | 11      | Introdução da E-141.0001 – Padrão de Embalagens, e redução da tolerância de -5 para -2% em relação a massa total indicada no pedido de compra                      |
| 7.1                     | 21 e 22 | Organização da tabela com a introdução de novos valores para a capacidade de corrente em função da temperatura ambiente  |
| 7.2                     | 23      | Nota sobre o a utilização dos carretéis para acondicionamento.   |



7.6 Histórico de Revisões

| REVISÃO | DATA        | HISTÓRICO DAS ALTERAÇÕES | RESPONSÁVEL |
|---------|-------------|--------------------------|-------------|
| 4ª      | Agosto/2015 | Conforme anexo 7.5.      | DPEP/DVEN   |