

|                                                                                   |                              |  |                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--|------------------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |  |                        |
| <b>CABOS DE ALUMINIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              |  | Código: ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              |  | Versão 02              |

## SUMÁRIO

| CONTEÚDO |                                |                                     | PG. |
|----------|--------------------------------|-------------------------------------|-----|
| 1.       | OBJETIVO                       |                                     | 02  |
| 2.       | ÂMBITO                         |                                     | 02  |
| 3.       | CONCEITOS                      |                                     | 02  |
|          | 3.1.                           | Siglas                              | 02  |
|          | 3.2.                           | Terminologia                        | 02  |
| 4.       | NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEIS |                                     | 02  |
| 5.       | INSTRUÇÕES GERAIS              |                                     | 04  |
|          | 5.1.                           | Condições de Operação               | 04  |
|          | 5.2.                           | Características Construtivas        | 04  |
|          | 5.3.                           | Características Físicas e Mecânicas | 05  |
|          | 5.4.                           | Características Elétricas           | 05  |
|          | 5.5.                           | Acabamento                          | 06  |
|          | 5.6.                           | Identificação                       | 06  |
| 6.       | PROCEDIMENTOS                  |                                     | 06  |
|          | 6.1.                           | Ensaio, Inspeção e Aprovação        | 06  |
|          | 6.2.                           | Relação de Ensaio                   | 07  |
|          | 6.3.                           | Aceitação                           | 08  |
|          | 6.4.                           | Garantia                            | 09  |
| 7.       | ALTERAÇÕES                     |                                     | 09  |
| 8.       | ANEXOS                         |                                     | 10  |

Elaboração: Anderson Muniz  
Data: 21/03/2011

Aprovação: Ronaldo F. Muniz  
Data:

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMÍNIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

## 1. OBJETIVO

Especificação técnica para padronizar dimensões e estabelecer condições gerais e específicas para cabos de alumínio nu com alma de aço – CAA, as quantidades e formas de acondicionamento serão de acordo com o pedido da DMED Distribuição S/A.

## 2. AMBITO

Cabos de alumínio nu com alma de aço – CAA a serem instalados nas Redes Aéreas de Distribuição da DMED.

## 3. CONCEITOS

### 3.1. Siglas:

- DMED: DME Distribuição S/A.

### 3.2. Terminologia:

Conforme as terminologias das normas e legislação do item 4 desta especificação.

## 4. NORMAS E LEGISLAÇÃO APLICÁVEIS E DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

- 4.1. ABNT - NBR 5118 - Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos – Especificação;
- 4.2. ABNT - NBR 6242 - Verificação dimensional para fios e cabos elétricos - Método de ensaio;
- 4.3. ABNT - NBR 6756 - Fios de aço zincado para alma de cabos de alumínio e alumínio liga;
- 4.4. ABNT - NBR 6810 - Fios e cabos elétricos - Tração à ruptura em componentes metálicos – Método de ensaio;
- 4.5. ABNT - NBR 6813 - Fios e cabos elétricos. Ensaio de resistência de isolamento;
- 4.6. ABNT - NBR 6814 - Fios e Cabos Elétricos. Ensaio de resistência elétrica;
- 4.7. ABNT - NBR 6815 - Fios e cabos elétricos - Ensaios de determinação da resistividade em componentes metálicos – Método de ensaio;
- 4.8. ABNT - NBR 6835 - Alumínio e suas ligas - Têmperas – Classificação;
- 4.9. ABNT - NBR 7103 - Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos – Especificação;
- 4.10. ABNT - NBR 7270 - Cabos de alumínio com alma de aço – Especificação;

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMÍNIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

- 4.11. ABNT - NBR 7272 - Condutor elétrico de alumínio - Ruptura e característica dimensional - Método de ensaio;
- 4.12. ABNT NBR 7271 - Condutores de Alumínio para instalações aéreas com ou sem cobertura;
- 4.13. ABNT - NBR 7302 - Condutores elétricos de alumínio - Tensão deformação em condutores de alumínio - Método de ensaio;
- 4.14. ABNT - NBR 7308 - Características dimensionais e estruturais de carretéis de madeira para condutores nus de alumínio – Padronização;
- 4.15. ABNT - NBR 7309 - Armazenamento transporte e movimentação dos elementos componentes dos carretéis de madeira para condutores elétricos – Procedimento;
- 4.16. ABNT - NBR 7340 - Transporte armazenamento e utilização de bobinas de condutores elétricos em madeira – Procedimento;
- 4.17. ABNT - NBR 7397 - Produtos de aço ou ferro fundido - Verificação do revestimento de zinco. Determinação da massa por unidade de área - Método de ensaio;
- 4.18. ABNT NBR 5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos – Especificação;
- 4.19. ABNT NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia;
- 4.20. ABNT NBR 5471 - Condutores Elétricos: Terminologia;
- 4.21. ABNT - NBR 6239- fios e cabos elétricos - deformação a quente - método de ensaio;
- 4.22. ABNT - NBR 6251 - Cabos de Potência com isolamento sólida extrudada para tensões de 1 a 35 kV - Construção: Padronização;
- 4.23. ABNT - NBR 6881 - Fios e cabos elétricos de potência ou controle. Ensaio de tensão elétrica;
- 4.24. ABNT - NBR 7272 - Condutor Elétrico de Alumínio - Ruptura e Característica Dimensional;
- 4.25. ABNT - NBR 10298 - Cabos de alumínio – liga para linhas aéreas;
- 4.26. ABNT - NBR 11137 - Carretéis de Madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e Estruturas;
- 4.27. ABNT - NBR 9512 - Fios e Cabos Elétricos - Intemperismo Artificial Sob Condensação de Água.

**Nota:** Sendo contempladas todas as normas citadas nas relacionadas acima e sempre com a última versão de todas.

Em caso de duvidas ou omissão prevalecem:

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMINIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

- Esta especificação;
- Normas do DMED;
- As normas citadas no item 4;
- As normas propostas pelo fabricante e aprovadas pelo DMED.

## 5. INSTRUÇÕES GERAIS

### 5.1. Condições de Operação

- 5.1.1.** Devem ser adequada para operar a altitude de até 1500 metros, em clima tropical com temperatura ambiente de -10°C até 40° C, com média diária não superior a 30°C, umidade relativa do ar de 100%, precipitação pluviométrica média anual de 1700 a 3000 milímetros, sendo que ficarão expostos ao sol, à chuva e à poeira, instalados em redes de distribuição urbana e rural.
- 5.1.2.** O material aqui especificado é aplicado a sistemas elétricos de frequência nominal 60 Hz, com as características dadas na Tabela 1 do Anexo.

### 5.2. Características construtivas

#### 5.2.1. Dimensional e Características Físicas

Conforme NBR 5118.

#### 5.2.2. Material do Condutor

A massa da camada de zinco deve ser da classe "1".

A superfície dos condutores não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas aspereza, estrias ou inclusões.

São permitidas emendas nos fios de alumínio feitas durante o encordoamento, desde que fiquem separadas em mais de 15m de qualquer outra emenda, em qualquer coroa.

As emendas devem ser feitas por pressão a frio ou solda elétrica de topo. Não são estabelecidos requisitos especiais mecânicos nos fios com emendas, porém, as mesmas devem atender às NBR's 5111, 5118, 6524 e 7271.

Nos fios com emendas feitas por solda elétrica de topo, deve ser efetuado tratamento térmico de recozimento até uma distância mínima de 200 mm de cada lado da emenda.

Não são permitidas emenda na alma de aço.

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMÍNIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

A composição química do fio de alumínio deve atender os valores limites estabelecidos na NBR 7103 para o vergalhão de alumínio 1350.

As composições químicas do aço e zinco empregados nos fios de aço zincado devem atender as exigências da NBR 6756;

### 5.3. Características Físicas e Mecânicas

#### 5.3.1. Diâmetro:

Os diâmetros dos fios devem atender os valores nominais existentes na NBR 5118, 6756 e 7270 observadas as tolerâncias.

#### 5.3.2. Ductilidade:

O fio de alumínio não deve apresentar fratura ou evidência de trincas após sofrer enrolamento

#### 5.3.3. Resistência à tração:

As resistências à tração dos fios devem atender os valores mínimos na NBR 5118 e 6756 e estes valores correspondem a 95% dos valores mínimos antes do encordoamento conforme NBR 7270.

#### 5.3.4. Tensão a 1%, resistência à tração e alongamento:

A tensão a 1% de alongamento, a resistência à tração e o alongamento na ruptura dos fios devem atender os valores mínimos, da NBR 5118.

### 5.4. Características Elétricas

**5.4.1.** A resistência elétrica em corrente contínua a 20°C, por unidade de comprimento, calculada, não deve ser superior aos valores máximos especificado na NBR 5118. A resistência elétrica deve ser calculada conforme NBR 5118, a partir da resistência real dos fios formadores de alumínio (valor médio da amostra). Os valores devem ser corrigidos em função do encordoamento.

**5.4.2.** A resistividade elétrica do fio de alumínio, a 20°C não deve ser superior a 0,028264 Wmm<sup>2</sup>/m, correspondente à condutividade mínima de 61,0% IACS, quando determinada a resistividade elétrica dos fios de alumínio deve ser determinada conforme NBR 6815, observadas as Condições da NBR 5118 e da NBR 7271.

**5.4.3.** A' condutividade dos fios, a 20°C não deve ser inferior a 60,6% iacs, valor individual e 61,0% iacs, valor médio.

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMINIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

### 5.5. Acabamento

Os cabos devem apresentar diâmetro uniforme e ser isentos de fissuras, rebarbas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento e outros defeitos que comprometam o desempenho do produto.

Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte e armazenagem. O acondicionamento dos cabos deve ser em carretel de madeira e ter resistência adequada quando exposto às intempéries e isento de defeitos que possam danificar o produto.

As extremidades dos cabos devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação, resistentes ao intemperismo, a fim de evitar a penetração de umidade durante o manuseio, transporte e armazenagem.

### 5.6. Identificação:

**5.6.1.** Nos bobinas devem ser marcados nas duas faces laterais, diretamente por meio de plaqueta, com caracteres legíveis e permanentes, com as seguintes indicações mínimas:

- Dados do fabricante;
- Nome e endereço do Fornecedor;
- Descrição do cabo;
- O nome DMED;
- Número e item do pedido;
- Número de série do carretel;
- Massa líquida, em quilogramas;
- Massa bruta, em quilogramas;
- Nas Bobinas seta indicativa e a frase “DESENROLE NESTE SENTIDO”.

## 6. PROCEDIMENTOS

### 6.1. Ensaios, Inspeção e Aprovação

**6.1.1.** Os ensaios de inspeção, aceitação de lotes, de aprovação de modelo ou de protótipo, serão efetuados com base nas normas específicas da ABNT.

**6.1.2.** Ensaios de recebimento e tipo quando exigido pela DMED devem ser executados no laboratório do fabricante ou laboratório externo devidamente acreditado:

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMINIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

- 6.1.3.** Quando não existir norma aplicável, estes ensaios serão definidos conforme as Especificações Técnicas fornecidas para compra.
- 6.1.4.** A DMED a seu critério, efetuará a inspeção dos cabos nos laboratórios do fornecedor ou em seus laboratórios próprios, reservando-se o direito de inspecionar e ensaiar os cabos abrangidos por esta especificação, quer no período de fabricação, ou a qualquer momento que julgar necessário.
- 6.1.5.** Para realização de inspeção será de acordo a norma da DMED 07-05-02 Inspeção de materiais e equipamentos e ao final emitido o CIM – Certificado de Inspeção de Materiais.
- 6.1.6.** Serão aceitos para inspeção somente lotes completos, em quantidades previstas no respectivo item do pedido, prontos para embarque, e que atendam todas as condições especificadas e contratuais.
- 6.1.7.** Se a DMED optar pela não inspeção será emitida uma comunicação liberando a inspeção e a aprovação fica sujeita aprovação nos ensaios fornecidos pelo fabricante do lote em questão.

## **6.2. Relação de ensaios**

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

A DMED realizará inspeção dos cabos com os ensaios de recebimento;

Ensaio de tipo serão realizados somente quando constar do pedido da DMED.

### **6.2.1. Ensaio de Recebimento realizados conforme NBR 5118 e 6756:**

Nos Fios formadores de alumínio após o encordoamento:

- Inspeção geral;
- Verificação do diâmetro;
- Ensaio de resistência à tração;
- Ensaio de ductilidade (enrolamento);
- Ensaio de resistividade elétrica;

Nos Fios formadores de aço zincado após o encordoamento:

- Inspeção geral;
- Verificação do diâmetro;

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMINIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

- Ensaio de tensão a 1%, de resistência à tração e de alongamento;
- Ensaio de ductilidade (enrolamento);
- Ensaio de aderência da camada de zinco;
- Ensaio da massa da camada de zinco;

No cabo completo:

- Inspeção geral;
- Verificação dos diâmetros e da formação das coroas do cabo;
- Verificação do encordoamento;
- Verificação das relações de encordoamento;
- Verificação de emendas;
- Verificação da resistência elétrica em corrente contínua;
- Verificação da massa linear;
- Verificação da resistência mecânica;

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

**6.2.2.** Ensaios de Tipo realizados conforme NBR 5118 e 6756:

- Ensaio das composições químicas do aço e do zinco;
- Ensaio da composição química do alumínio;
- Ensaio de ruptura;
- Ensaio de tensão-deformação;
- Ensaio de dilatação térmica linear;
- Ensaio de envelhecimento acelerado.

**6.2.3.** Amostragem definida de acordo com NBR 5118.

**6.2.4.** Deverá ser fornecido relatório dos ensaios realizados, contendo todos os resultados e modo de execução de cada ensaio.

**6.3. Aceitação**

A aceitação dos cabos pela DMED, seja pela comprovação dos valores, seja por eventual dispensa de inspeção, não eximirá o Fornecedor de sua responsabilidade em fornecer as peças em plena concordância com o pedido e com esta especificação, nem invalidará ou comprometerá

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMINIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

qualquer reclamação que a DMED venha a fazer baseada na exigência de materiais inadequados ou defeituosos.

Por outro lado, a rejeição dos cabos em virtude de falhas constatadas através da Inspeção, durante os ensaios ou em virtude da discordância com pedido ou com esta especificação, não eximirá o fornecedor de sua responsabilidade em fornecer os cabos na data de entrega prometida. Se, na opinião da DMED, a rejeição tornar impraticável a entrega na data prometida ou se tudo indicar que o Fornecedor será incapaz de satisfazer os requisitos exigidos, a DMED reserva-se o direito de rescindir todas as suas obrigações e adquirir os cabos em outra fonte, sendo o Fornecedor considerado infrator do pedido, estando sujeito às penalidades aplicáveis ao caso.

#### 6.4. Garantia

- 6.4.1. Os cabos deverão ser garantidos pelo fornecedor contra falhas ou defeitos de funcionamento que venham a ocorrer no período mínimo de 24 (vinte e quatro) meses a contar da data da entrega.
- 6.4.2. A inspeção não exime o fornecedor dos prazos de garantia.
- 6.4.3. No decurso do prazo de garantia o fornecedor se compromete a repor todo o material se constatado defeito de fabricação, às suas expensas, responsabilizando-se por todos os custos decorrentes, sejam de material, de mão-de-obra ou de transporte.
- 6.4.4. Se a falha constatada for oriunda de erro de projeto ou de produção, tal que comprometa todas as unidades do lote, o fornecedor deverá substituí-las a qualquer tempo, independentemente da ocorrência de defeito em cada uma delas e independentemente dos prazos de garantia.

#### 7. ALTERAÇÕES

Alterado razão social de DME-PC Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas MG para DME Distribuição S/A.

|                                                                                   |                              |         |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------|----------------|
|  | <b>ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> |         |                |
| <b>CABOS DE ALUMINIO NU COM ALMA DE AÇO - CAA</b>                                 |                              | Código: | ET<br>07-02-02 |
|                                                                                   |                              | Versão  | 02             |

## 8. ANEXOS

### 8.1. Tabela 1: Características do Sistema Elétrico da DMED

|                                                          |                                               |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Tensão Nominal do Sistema                                | 13,8 kV                                       |
| Condição do Neutro                                       | Multiterrado                                  |
| Tensão máxima admissível<br>Fase-Terra em caso de falta. | 13,8 kV                                       |
| Tempo máximo de duração de<br>falta                      | 15 segundos                                   |
| Nível de isolamento dos<br>isoladores (NBI)              | 110 kV                                        |
| Tensão Secundária                                        | 220/127 (trifásico)<br>230/115 V (monofásico) |
| Potencia máxima de curto-<br>circuito do Sistema         | 250 MVA                                       |