

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 1/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

1 OBJETIVO

Apresentar os requisitos técnicos mínimos ao fornecimento, relativos a características, projeto, fabricação, ensaios e outras condições específicas de cabos de alumínio nus – CA, cabos de alumínio nus com alma de aço – CAA e cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus - CAL, para utilização nas redes de distribuição, subestações e linhas de subtransmissão das Distribuidoras do Grupo Neoenergia.

2 RESPONSABILIDADES

Compete aos órgãos responsáveis pelo patrimônio, suprimento, planejamento, engenharia, projeto, construção, ligação, expansão, serviços comerciais, manutenção, telecomunicação, automação e operação da Distribuidora, a responsabilidade de fazer cumprir as disposições deste instrumento normativo.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Conductor

Elemento metálico, geralmente de forma cilíndrica, com a função específica de transportar energia elétrica.

3.2 Fio

Produto metálico de qualquer seção maciça, de comprimento muito maior que a maior dimensão da seção transversal.

3.3 Cabo

Conjunto de fios encordados, isolados ou não entre si, podendo o conjunto ser isolado ou não.

3.4 Relação de Encordoamento

Razão existente entre o comprimento axial de uma hélice completa de fio encordado e o diâmetro externo da hélice.

3.5 Espula

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

3.6 Unidade de Expedição

Unidade constituída por um rolo, uma bobina ou outra forma de acondicionamento acordada entre fabricante e comprador.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 2/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4 ESPECIFICAÇÕES

4.1 Escopo do Fornecimento

Compreende o fornecimento de cabos de alumínio nus – CA, cabos de alumínio nus com alma de aço – CAA e cabos de liga alumínio-magnésio-silício - CAL, para instalação exterior, bem como a realização dos ensaios, a critério da Distribuidora, e relatórios dos ensaios, conforme características e exigências detalhadas a seguir.

4.2 Condutores Padronizados

Tabela 1 - Condutores Padronizados de Alumínio Nu

CÓDIGO SAP		DESCRIÇÃO SUCINTA
NORDESTE	SUDESTE	
2202040	30440	CABO ALUM NU CAA 4AWG 1F SWAN
-	30451	CABO ALUM NU CA 2AWG 1F IRIS CLA A
-	30441	CABO ALUM CAA NU 2AWG 1F SPARROW
2202041	30432	CABO ALUM CAA NU 1/0AWG 1F RAVEN
-	30463	CABO ALUM NU CA 2/0AWG 1F ASTER CLA A
2202043	30443	CABO ALUMINIO NU CAA 4/0 AWG PENGUIM
2202058	52557	CABO ALUM CAA NU 134,60MCM 1F LEGHORN
2202044	32624	CABO ALUMINIO NU CAA 336,4 MCM LINNET
-	33293	CABO ALUM CAA NU 336,40MCM 1F ORIOLE
2202054	30994	CABO ALUMINIO NU CA 636,4 MCM ORCHID
2202047	31280	CABO ALUMINIO NU CAA 636 MCM GROSBEAK
2202059	34704	CABO ALUM CAA NU 795,0MCM 1F DRAKE
2202014	35621	CABO NU CAL 246,9 MCM ALLIANCE
2202015	35622	CABO NU CAL 465,40MCM CAIRO

4.3 Características de Produção

4.3.1 Fios de Alumínio

Os fios de alumínio devem ser obtidos a partir do vergalhão de alumínio conforme NBR 7103.

4.3.1.1 Material Básico

Os fios devem ser fabricados com alumínio de pureza mínima 99,5%. A têmpera deve ser H19 (simplesmente encruada em grau extra-duro, sem recozimento complementar, conforme NBR ISO 2107), segundo prescrições da NBR 5118.

4.3.1.2 Requisitos Dimensionais, Mecânicos e Elétricos

Os fios componentes do cabo, antes do encordoamento devem atender os requisitos dimensionais, mecânicos e elétricos especificados na NBR 5118.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 3/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.3.1.3 Resistência à Tração

Os fios de alumínio, após o encordoamento, devem apresentar limite de resistência à tração no mínimo igual a 95% do valor especificado antes do encordoamento e conservar as características de ductilidade. Estes valores estão especificados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resistência à Tração

Diâmetro Nominal (mm)	Resistência à Tração Mínima (Mpa)	
	Antes do Encordoamento	Após Encordoamento
2,00 < Φ \leq 2,25	180,00	171,00
2,25 < Φ \leq 2,50	175,00	166,25
2,50 < Φ \leq 3,00	170,00	161,50
3,00 < Φ \leq 3,50	165,00	156,75
3,50 < Φ \leq 5,00	160,00	152,00

4.3.1.4 Condutividade

Após o encordoamento os fios de alumínio devem apresentar valor mínimo de condutividade de 60,6% IACS a 20 °C, sendo que o valor médio não deve ser inferior a 61% IACS a 20 °C. Os fios devem estar limpos e as variações de temperatura corrigidas conforme Tabela 8 da NBR 7271. A medição deve ser feita à temperatura ambiente não inferior a 5 °C e nem superior a 40 °C.

4.3.1.5 Diâmetro

O diâmetro dos fios de alumínio deve estar de acordo com o tipo de cabo, conforme a Tabela 2 da NBR 7270, para os cabos de alumínio nus com alma de aço e Tabela 2 da NBR 7271, para os cabos de alumínio nus sem alma de aço.

4.3.1.6 Tensões Exigidas de Alongamento

Os fios de alumínio devem suportar as tensões exigidas na Tabela 2 da NBR 5118, bem como atender aos valores exigidos para alongamento.

4.3.1.7 Ductilidade

Os fios de alumínio não devem apresentar fraturas ou rachaduras quando enrolados em hélice fechada sobre um mandril de diâmetro igual ao diâmetro nominal dos fios, num total mínimo de oito voltas e a uma velocidade não superior a 15 voltas por minuto.

4.3.1.8 Resistividade

A resistividade elétrica do fio de alumínio não deve exceder o valor de 0,028264 Ω .mm²/m, a 20 °C, equivalente a 61% do padrão da International Annealed Copper Standard (IACS).

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 4/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.3.1.9 Massa Específica

Para fins de cálculo, a massa específica do fio de alumínio deve ser 2,703 g/cm³ e a do fio de aço zincado 7,78 g/cm³, ambos a 20 °C.

4.3.2 Fios de Aço

4.3.2.1 O material básico dos fios de aço deve estar de acordo com a norma NBR 6756.

4.3.2.2 A Zincagem deve estar de acordo com a norma NBR 6323.

4.3.2.3 A massa de zinco por unidade de área deve estar de acordo com a NBR 6323.

4.3.2.4 Aderência da Camada de Zinco

A camada de zinco não deve rachar ou soltar escamas, a ponto de suas partículas serem removidas, esfregando-se o dedo sobre a mesma, após ter o fio sido enrolado a uma velocidade não superior a quinze voltas por minuto em hélice fechada, em torno de um mandril cilíndrico de diâmetro igual ou menor do que os estabelecidos na Tabela 1 da NBR 7398.

4.3.2.5 Uniformidade da Camada de Zinco

Os fios de aço devem possuir a camada de zinco uniformemente distribuída devendo, para fins de constatação, ser submetidos ao número de imersões com duração de 1 minuto, determinado na Tabela 3, em solução de sulfato de cobre, de densidade igual a 1,186 a 180°C, sem apresentar depósito de cobre.

Tabela 3 – Uniformidade da Camada de Zinco

Diâmetro Nominal do Fio Revestimento de Zinco (mm)	Nº Mínimo de Imersões
De 1,270 a 1,509	2
De 1,510 a 2,259	2 1/2
De 2,260 a 2,759	3
De 2,760 a 3,509	3 1/2
De 3,510 e acima	4

Nota: Quando for especificado ½ imersão, esta deve ser realizada após o número especificado de imersões completas, tendo a duração de 30 segundos.

4.3.2.6 Emendas

Não são permitidas emendas no fio acabado. São permitidas emendas durante a fabricação, mas somente antes da trefilação a frio, por solda elétrica de topo ou arco voltaico.

O processo de soldagem deve ser tal que os fios que contenham seções soldadas, suportem um esforço de tração superior a 96% do valor mínimo especificado para tensão a 1% de alongamento.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 5/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.3.2.7 Acabamento

A cobertura de zinco deve ser suficientemente polida, contínua, de espessura uniforme e livre de defeitos incompatíveis com a qualidade de um bom produto.

4.3.3 Cabos de Alumínio Nus – CA

Cabos formados exclusivamente por fios de alumínio.

4.3.3.1 Seção Nominal

A seção nominal e formação dos cabos devem estar de acordo com a Tabela 2 da NBR 7271.

4.3.3.2 Acabamento

O cabo não deve apresentar fissuras, rebarbas, asperezas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento ou outros defeitos, que comprometam o desempenho do produto.

4.3.3.3 Emendas

- a) Nos cabos com sete fios, não é permitida qualquer emenda nos fios componentes.
- b) Nos cabos com mais de sete fios, somente são permitidas emendas nos fios de alumínio rompidos devido às ocorrências acidentais durante o processo de encordoamento. As emendas devem conservar a forma geométrica do fio original.
- c) As emendas nos fios de alumínio, feitas durante o encordoamento, devem estar separadas de mais de 15 m de qualquer outra emenda, em qualquer coroa e são permitidas, no máximo, quatro por lance de cabo. As emendas devem ser feitas por pressão a frio, solda elétrica de topo ou outro método adequado. 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.
- d) As emendas feitas por solda elétrica de topo e seguidas de recozimento, devem apresentar tensão de ruptura superior a 75 MPa e as feitas por pressão a frio, tensão de ruptura superior a 130 MPa. Não sendo exigido, porém, nenhum requisito quanto à ductilidade.

4.3.3.4 Encordoamento

- a) Os cabos devem ser encordoados uniformemente em toda a sua extensão.
- b) A relação de encordoamento nas diferentes coroas deve estar dentro dos limites dados na Tabela 3 da NBR 7271.
- c) Em todas as construções, as coroas sucessivas devem ter sentidos de encordoamento opostos, sendo o da coroa externa para a direita (sentido horário).
- d) Nos cabos com coroas múltiplas, a relação de encordoamento de qualquer coroa não deve ser maior que a relação de encordoamento da coroa imediatamente abaixo.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 6/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.3.3.5 Resistência Elétrica

A resistência elétrica em corrente contínua, de qualquer comprimento de cabo de alumínio é obtida multiplicando a resistência de igual comprimento de um fio componente, calculada conforme a NBR 5118, pela constante correspondente ao número de fios do cabo, dada na Tabela 4.

Tabela 4 – Resistência Elétrica

Nº de Fios no Cabo	Constantes	
	Resistência Elétrica	Massa
7	0,1447	7,091
19	0,05357	19,34
37	0,02757	37,74
61	0,01676	62,35
91	0,01126	93,26
127	0,008191	132,08

4.3.3.6 Massa Nominal

A massa nominal de qualquer comprimento de cabo de alumínio é obtida multiplicando a massa de igual comprimento de um fio componente, pela constante correspondente ao número de fios do cabo dada na Tabela 4 do item 4.3.3.5.

4.3.3.7 Resistência Mecânica

- a) A resistência mecânica calculada do cabo completo deve ser tomada como a soma das contribuições de todos os fios de alumínio.
- b) A contribuição de resistência oferecida pelos fios de alumínio de um cabo contendo até 37 fios deve ser tomada como equivalente a 95% da soma das cargas de ruptura dos fios de alumínio, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e do limite de resistência à tração, dados na NBR 5118.
- c) A contribuição de resistência oferecida pelos fios de alumínio de um cabo contendo mais de 37 fios, deve ser tomada como equivalente a 90% da soma das cargas de ruptura dos fios de alumínio, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e do limite de resistência à tração, dados na NBR 5118.

4.3.4 Cabos de Alumínio Nus com Alma de Aço – CAA

Cabos formados por uma ou mais coroas de fios de alumínio, em torno de uma alma de um ou mais fios de aço.

4.3.4.1 Seção Nominal

A seção nominal e formação dos cabos devem estar de acordo com a Tabela 2 da NBR 7270.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 7/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.3.4.2 Acabamento

O cabo não deve apresentar fissuras, rebarbas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento ou outros defeitos que comprometam o desempenho do produto.

4.3.4.3 Emendas

- a) Não são permitidas emendas nos fios de aço zincado.
- b) Durante o encordoamento não devem ser feitas emendas nos fios de alumínio com objetivo de aproveitar espulas contendo sobras de fios.
- c) 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.
- d) As emendas nos fios de alumínio, feitas durante o encordoamento, devem estar separadas de mais de 15 m de qualquer outra emenda, em qualquer coroa e são permitidas, no máximo, quatro por lance de cabo. As emendas devem ser feitas por pressão a frio, solda elétrica de topo ou outro método adequado e de acordo com a boa prática comercial. 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.
- e) As emendas feitas por solda elétrica de topo e seguidas de recozimento devem apresentar tensão de ruptura superior a 75 MPa e as feitas por pressão a frio, tensão de ruptura superior a 130 MPa. Não sendo exigido, porém, nenhum requisito quanto à ductilidade.

4.3.4.4 Encordoamento

- a) Os cabos devem ser encordoados uniformemente em toda a sua extensão.
- b) A relação de encordoamento nas diferentes coroas deve estar dentro dos limites dados na tabela 3 da NBR 7270.
- c) Em todas as construções, as coroas sucessivas devem ter sentidos de encordoamento opostos, sendo o da coroa externa para a direita (sentido horário).
- d) Nos cabos com coroas múltiplas, a relação de encordoamento de qualquer coroa não deve ser maior que a relação de encordoamento da coroa imediatamente abaixo.
- e) Os fios de aço zincado, após o encordoamento, devem apresentar limite de resistência à tração e à tensão a 1% de alongamento, no mínimo iguais a 95% do valor especificado antes de encordoamento. O alongamento na ruptura, em 250 mm, pode apresentar uma queda de até 0,5 m, em valor numérico, valor especificado antes do encordoamento.
- f) Os fios de aço zincado retirados da alma devem manter a ductilidade e características da camada de zinco exigidas antes do encordoamento.

4.3.4.5 Resistência Elétrica

No cálculo da resistência elétrica em corrente contínua do condutor completo, a alma de aço não é considerada. A resistência elétrica em corrente contínua, de qualquer comprimento de cabo é obtida multiplicando a resistência de igual comprimento de um fio de alumínio componente, calculada conforme NBR 5118, pela constante correspondente ao número de fios do cabo, dada na Tabela 5.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 8/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

Tabela 5 – Constantes de Encordoamento Devido ao Número de Fios no Cabo

Nº de Fios no cabo		Constantes de Encordoamento		
		Resistência Elétrica	Massa	
Alumínio	Aço			Alumínio
6	1	0,1692	6,091	1,000
12	7	0,08514	12,26	7,032
18	1	0,05660	18,34	1,000
26	7	0,03928	26,59	7,032
30	7	0,03408	30,67	7,032
30	19	0,03408	30,67	19,15
45	7	0,02278	46,13	7,032
54	7	0,01894	55,23	7,032
54	19	0,01894	55,23	19,15

4.3.4.6 Massa Nominal

A massa nominal de qualquer comprimento de cabo é resultado da soma das parcelas correspondentes aos fios de aço e aos fios de alumínio. O valor de cada uma delas é obtido multiplicando a massa de igual comprimento de um fio componente, calculada conforme NBR 6756 e NBR 5118, pela constante correspondente ao número de fios no condutor, conforme Tabela 4 da NBR 7270.

4.3.4.7 Resistência Mecânica

A resistência mecânica calculada do cabo completo deve ser tomada como a soma das contribuições do alumínio e do aço, como segue:


- a) A contribuição de resistência oferecida pelos fios de alumínio deve ser tomada como um percentual indicado na Tabela 4 da NBR 7270, da soma das cargas de ruptura dos fios de alumínio, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e do limite de resistência à tração, dados na NBR 5118.
- b) A contribuição de resistência oferecida pelos fios de aço deve ser tomada como um percentual indicado na Tabela 4 da NBR 7270, da soma das cargas a 1% de alongamento dos fios de aço calculadas a partir de seus diâmetros nominais e das tensões mínimas a 1% de alongamento sob carga, conforme NBR 6756.

4.3.4.8 Engraxamento

Quando solicitado pela Distribuidora, o cabo deve ser fornecido com a proteção de graxa anticorrosiva conforme Anexo A da NBR 7270.

4.3.5 Cabos de Liga Alumínio-Magnésio-Silício, Nus – CAL

Cabos encordoados concêntricos, formados por fios de liga 6201 (alumínio-magnésio-silício) têmpera T81, conforme NBR 5285.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 9/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.3.5.1 Seção Nominal

A seção nominal e formação dos cabos devem estar de acordo com as Tabelas 2 e 3 da NBR 10298.

4.3.5.2 Acabamento

O cabo não deve apresentar fissuras, rebarbas, estrias, inclusões, falhas de encordoamento ou outros defeitos que comprometam o desempenho do produto.

4.3.5.3 Emendas

- a) Nos cabos com sete fios, não é permitida qualquer emenda nos fios componentes.
- b) Durante o encordoamento não devem ser feitas emendas nos fios com objetivo de aproveitar espulas contendo sobras de fios.
- c) Somente são permitidas emendas nos fios rompidos devido a ocorrências acidentais, durante o processo de encordoamento. As emendas devem conservar a forma geométrica do fio original.
- d) As emendas nos fios, feitas durante o encordoamento, devem estar separadas de mais de 15 m de qualquer outra emenda. O número máximo de emendas permitidas por lance de cabo deve estar conforme a Tabela 1 da NBR 10298. As emendas devem ser feitas por pressão a frio ou solda elétrica de topo ou outro método adequado e de acordo com a boa prática comercial. Nos fios com emendas feitas por solda elétrica de topo, deve ser efetuado tratamento térmico de recozimento até uma distância mínima de 150 mm de cada lado da emenda.
- e) A resistência a tração na região da emenda não deve ser inferior a 30 % do valor especificado para o fio antes do encordoamento.

4.3.5.4 Encordoamento

- a) Os cabos devem ser encordoados uniformemente em toda a sua extensão.
- b) A relação de encordoamento nas diferentes coroas deve estar dentro dos limites dados na Tabela 4 da NBR 10298.
- c) Em todas as construções, as coroas sucessivas devem ter sentidos de encordoamento opostos, sendo o da coroa externa para a direita (sentido horário).
- d) Nos cabos com coroas múltiplas, a relação de encordoamento de qualquer coroa não deve ser maior que a relação de encordoamento da coroa imediatamente abaixo.
- e) A verificação do encordoamento deve ser realizada conforme a NBR 15443.

4.3.5.5 Resistência Elétrica

A resistência elétrica em corrente contínua, de qualquer comprimento de cabo de alumínio liga é determinada em função do encordoamento e calculada conforme NBR 10298.

4.3.5.6 Massa Nominal

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 10/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

A massa nominal de qualquer comprimento de cabo é resultante da soma das parcelas correspondentes aos fios de liga de alumínio, calculada conforme a NBR 5285, acrescida de 2 %, devido ao encordoamento do condutor.

4.3.5.7 Resistência Mecânica

A resistência mecânica calculada do cabo completo deve ser determinada como um percentual da soma das cargas de ruptura dos fios de liga de alumínio, calculadas a partir de seus diâmetros nominais e do limite de resistência à tração (média mínima), conforme a NBR 5285.

Tabela 6 – Fatores para Obter RMC do Cabo Completo

Nº de fios do cabo	Fatores para obtenção da RMC do cabo completo %
7	96
19	93
37	91
61	90

4.3.5.8 Engraxamento

Quando solicitado pela Distribuidora, o cabo deve ser fornecido com a proteção de graxa anticorrosiva de acordo com o Anexo A da NBR 10298.


4.4 Identificação

As bobinas devem ser identificadas nas duas faces laterais externas, diretamente sobre o disco ou por meio de plaqueta metálica, com caracteres legíveis e indelévels, com pelo menos as seguintes indicações:

- a) Dados da Distribuidora (razão social e endereço);
- b) Dados do fabricante (razão social, endereço, CNPJ e inscrição estadual);
- c) Número de série do carretel;
- d) Número do Pedido de Compra;
- e) Tipo de cabo (CA/CAA/CAL) e seção nominal do condutor;
- f) Massa bruta, em quilogramas (kg);
- g) Massa líquida, em quilogramas (kg);
- h) Comprimento do cabo, em metro;
- i) Dimensões da bobina;
- j) Número da norma da ABNT.

Uma etiqueta contendo as mesmas informações acima deve ser fixada na ponta externa do cabo no interior da embalagem.

Uma seta e a frase “Desenrole neste sentido” deve ser gravada em cada uma das abas da bobina indicando o sentido de rotação para se desenrolar o cabo.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 11/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.5 Ensaios

Os ensaios previstos por esta norma são classificados em:

- a) Ensaios de Tipo;
- b) Ensaios de Recebimento.

4.5.1 Ensaios de Tipo

4.5.1.1 Estes ensaios são realizados com a finalidade de demonstrar o satisfatório comportamento do projeto do cabo, para atender a aplicação prevista. São por isso mesmo, de natureza tal que não precisam ser repetidos, a menos que haja modificação de materiais ou de construção do cabo que possa vir a modificar o desempenho do mesmo.

4.5.1.2 Os ensaios de tipo padronizados são:

- a) Ensaio de ruptura no cabo completo;
- b) Ensaio de tensão-deformação.

4.5.1.3 Os ensaios de tipo devem ser realizados conforme o prescrito nas normas NBR 7272 e 7302.

4.5.2 Ensaios de Recebimento

4.5.2.1 Os ensaios de recebimento, feitos sobre unidades de expedição, são realizados com a finalidade de demonstrar a integridade do cabo.

4.5.2.2 Os ensaios de recebimento padronizados são:

- a) Ensaios nos fios de alumínio:
 - Verificação do diâmetro do fio;
 - Ensaio de resistência à tração;
 - Ensaio de enrolamento;
 - Ensaio de resistividade elétrica.
- b) Ensaios nos fios de aço zincados:
 - Verificação do diâmetro do fio;
 - Ensaio de resistência à tração;
 - Ensaio de tensão a 1% de alongamento;
 - Ensaio de alongamento na ruptura;
 - Ensaio de enrolamento;
 - Ensaio de aderência da camada de zinco;
 - Verificação da massa da camada de zinco.
- c) Verificação no cabo completo:
 - Verificação visual;
 - Verificação das características do encordoamento.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 12/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.5.2.3 Além dos ensaios de 4.6.2.2, o fabricante deve apresentar relatórios dos ensaios prescritos pelas normas NBR 5118 e 6756.

4.5.2.4 Os ensaios de recebimento devem ser realizados conforme o prescrito nas normas NBR 5118, 6756 e 10711.

4.5.3 Relatórios de Ensaio

O fabricante deve fornecer, após execução dos ensaios, cópias dos relatórios em meio magnético, com as seguintes informações:

- Data e local dos ensaios;
- Nome da Distribuidora e número e item do Pedido de Compra;
- Nome do fabricante;
- Resultados dos ensaios.

4.5.4 Amostragem

4.5.4.1 Os ensaios das propriedades físicas e elétricas dos fios componentes normalmente devem ser feitos antes do encordoamento, devendo o fabricante avisar com a devida antecedência, o momento próprio para execução das provas. Por outro lado, antes da aceitação, a critério do inspetor, a Distribuidora pode exigir a realização dos referidos ensaios nos fios removidos dos cabos completos. Em qualquer caso, os cabos completos devem ser submetidos à inspeção visual.

4.5.4.2 O número de amostra para realização de ensaios deve obedecer ao plano de amostragem conforme Tabela 7.

Tabela 7 – Número da Amostra para Realização dos Ensaio

Quantidade de Unidades que Formam o Lote	Primeira Amostra			Segunda Amostra		
	Quantidade de Unidades a Ensaiar	Ac1	Re1	Quantidade de Unidades a Ensaiar	Ac2	Re2
De 3 a 90	3	0	1	-	-	-
De 91 a 280	8	0	2	8	1	2
De 281 a 500	13	0	3	13	3	4

Notas:

- Ac1 = número de unidades defeituosas encontradas na 1ª amostra que permite a aceitação do lote;
- Re1 = número de unidades defeituosas encontradas na 1ª amostra que permite rejeitar o lote;
- Quando o número de unidades defeituosas estiver entre Ac1 e Re1, uma 2ª amostra de tamanho igual à 1ª deve ser ensaiada;
- Ac2 = número de unidades defeituosas encontradas nas duas amostras acumuladas que ainda permite a aceitação do lote;
- Re2 = número de unidades defeituosas encontradas nas duas amostras acumuladas que permite rejeitar o lote.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 13/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.5.4.3 Se um corpo de prova extraído de uma amostra não satisfizer o valor especificado em qualquer ensaio, deve ser efetuada a inspeção em dois corpos de prova adicionais extraídos da mesma amostra.

4.5.4.4 Se os resultados obtidos nos ensaios dos demais corpos de prova, incluindo os adicionais, forem satisfatórios, considera-se aquela amostra aceita.

4.5.4.5 No lote rejeitado cabe ao fabricante o direito de ensaiar cada uma das bobinas que o compõem, devendo submetê-lo à nova inspeção da Distribuidora. São consideradas aceitáveis aquelas bobinas que satisfizerem todas as exigências desta norma.

4.5.4.6 A quantidade de fios a retirar de cada cabo para ensaio deve estar de acordo com a Tabela 6 da NBR 7270 para cabos de alumínio nus com alma de aço, Tabela 7 da NBR 7271 para cabos de alumínio nus e Tabela 7 da NBR 10298 para cabos de liga alumínio-magnésio-silício.

4.6 Exigências Adicionais

São consideradas como complementares as apresentadas nos itens a seguir:

4.6.1 Acondicionamento

4.6.1.1 Os cabos devem ser acondicionados em bobinas e a embalagem deve garantir um transporte seguro dos mesmos, em quaisquer condições e limitações que possam ser encontradas. A embalagem deve proteger os cabos contra quebras, danos e perdas por ruptura do encaixotamento, até sua chegada ao local de destino.

4.6.1.2 Os cabos devem ser fornecidos em comprimentos padrões e não devem encher totalmente a bobina, deixando de folga, no mínimo, uma camada de cabo. Estes comprimentos, bem como as massas correspondentes e as dimensões e massas das bobinas, devem ser indicados pelo Proponente, em tabela na proposta. À Distribuidora, fica reservado o direito de especificar comprimentos diferentes de acordo com as suas necessidades.


4.6.1.3 A variação permissível do comprimento dos cabos é de $\pm 5\%$ para cada bobina, sendo que a média não deve ser superior a $\pm 2\%$.

4.6.1.4 Os carretéis destinados ao condicionamento dos cabos devem ser de madeira resistente, isenta de nós e de outros defeitos que possam provocar seu enfraquecimento.

4.6.1.5 Os carretéis devem possuir dimensões conforme NBR 11137.

4.6.1.6 O transporte, armazenamento e utilização das bobinas devem ser feitos de acordo com a NBR 7310.

4.6.1.7 Para transporte marítimo a embalagem deve ser apropriada para proteger os cabos contra a salinidade.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 14/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.6.1.8A periferia das abas, sobre as extremidades das ripas de cobertura, deve ser arrematada com fitas de aço zincadas.

4.6.1.9As bobinas devem ser adequadas para uso com equipamento para esticamento de cabo, conforme especificado no Contrato de Fornecimento.

4.6.1.10As pontas dos cabos devem estar devidamente fixadas nas bobinas através de um grampo em “U”, cujas porcas devem estar do lado externo das bobinas.

4.6.2 Informações Técnicas Requeridas com a Proposta

Na parte técnica da Proposta devem obrigatoriamente ser apresentadas, no mínimo, as informações a seguir relacionadas, sob pena de desclassificação:

4.6.2.1Características técnicas garantidas do cabo ofertado, conforme abaixo. Salienta-se que os dados da referida lista são indispensáveis ao julgamento técnico da oferta e devem ser apresentados independentemente dos mesmos constarem dos catálogos e/ou folhetos técnicos anexados a Proposta.

INFORMAÇÕES A SEREM FORNECIDAS PELO FABRICANTE

COTAÇÃO Nº: ITEM: CÓDIGO SAP:
 PROPOSTA Nº: DATA:
 PROPONENTE:

- 1 - Bitolas, diâmetros e áreas das seções dos cabos e fios componentes;
2. Tolerância para os diâmetros dos cabos;
- 3 - Carga de ruptura e alongamento mínimo (valores garantidos) dos cabos e fios componentes;
- 4 - Resistência elétrica, referida a 20 °C dos cabos e fios componentes;
- 5 - Massas e comprimentos padrões dos cabos, bem como das correspondentes bobinas e rolos de acondicionamento;
- 6 - Massa do cabo por 1000 m, em kg;
- 7 - Processo empregado na determinação da resistividade;
- 8 - Processo empregado na determinação da condutividade;
- 9 - Procedência da matéria-prima;
- 10 - Local para inspeção;
- 11 - Redução de preço proposto em caso de devolução das bobinas;
- 12 - Lista de exceções e desvios a esta especificação.

	TÍTULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 15/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

4.6.2.2 Informações sobre as condições para a realização dos ensaios referidos nesta norma, discriminando os que podem ser realizados em laboratórios do próprio fabricante, relação dos laboratórios onde devem ser realizados os demais ensaios, bem como preços unitários para cada um dos ensaios.

4.6.2.3 Prazos de garantia ofertados.


4.6.2.4 Outras informações, como catálogos, folhetos técnicos, relatórios de ensaios, lista de fornecimentos similares, etc., considerados relevantes pelo proponente para o julgamento técnico da sua oferta.

5 REFERÊNCIAS

O projeto, a fabricação e os ensaios dos materiais objeto desta norma, devem obedecer às últimas revisões das normas aplicáveis da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e em especial às normas a seguir relacionadas:

- NBR 5118 Fios de alumínio 1350 nus de seção circular para fins elétricos – Especificação
- NBR 5285 Fios de liga alumínio-magnésio-silício, tempera T81, nus, de seção circular, para fins elétricos - Especificação
- NBR 6323 Galvanização de produtos de aço ou ferro fundido - Especificação
- NBR 6756 Fios de aço zincados para alma de cabos de alumínio e alumínio-liga - Especificação
- NBR 7103 Vergalhão de alumínio 1350 para fins elétricos - 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 Condutor elétrico de alumínio – Ruptura e característica dimensional – Método de ensaio
- NBR 7302 Condutores elétricos de alumínio – Tensão-deformação em condutores de alumínio – Método de ensaio
- NBR 7310 Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço
- NBR 7398 Produto de aço ou ferro fundido galvanizado por imersão a quente – Verificação da aderência do revestimento - Método de ensaio
- NBR 10298 Cabos de liga alumínio-magnésio-silício, nus, para linhas aéreas - Especificação
- NBR 10711 Fios de aço revestidos de alumínio, nus, para fins elétricos - Especificação
- NBR 11137 Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas
- NBR 15443 Fios, cabos e condutores elétricos – Verificação dimensional e de massa
- NBR ISO 2107 Alumínio e suas ligas - Produtos trabalháveis - Designações das temperas

Para os itens não abrangidos pelas normas da ABNT, o fabricante pode adotar as normas aplicáveis das entidades a seguir relacionadas, indicando explicitamente na Proposta as que são utilizadas e os itens aplicáveis:

	TITULO: Condutores de Alumínio Nu	CODIGO: ESP.DISTRIBU-ENGE-0067	
		REV.: 01	Nº PAG.: 16/16
APROVADOR: ARMANDO COUTINHO DO RIO		DATA DE APROVAÇÃO: 20/07/2018	

ASTM - American Society for Testing and Material
IEC - International Electrotechnical Commission;
ANSI - American National Standards Institute;
NEMA - National Electrical Manufacturers Association.
IEEE - Institute of Electrical and Electronic Engineers;
NEC - National Electrical Code.

6 ANEXOS

Não se aplica.

CÓPIA NÃO CONTROLADA - 20/07/2018