

CABO DE ALUMÍNIO SIMPLES (CA)

Especificação Técnica – ET.00131

Revisão 00 – 2023



FINALIDADE

Esta Especificação Técnica tem a finalidade de estabelecer regras e recomendações mínimas exigíveis para cabos de alumínio simples CA utilizados nas redes de distribuição de energia elétrica das empresas do Grupo Equatorial Energia.

A versão vigente cancela as versões anteriores.



SUMÁRIO

1	CAMPO DE APLICAÇÃO	4
2	RESPONSABILIDADES	4
3	DEFINIÇÕES	46
4	REFERÊNCIAS	57
5	CONDIÇÕES GERAIS	67
5.1	Generalidades	67
5.2	Desenho do material	67
5.3	Códigos padronizados	67
5.4	Identificação	68
5.5	Padrão descritivo de materiais	Erro! Indicador não definido. 9
5.6	Embalagem	740
5.7	Garantia	740
6	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS	744
6.1	Características construtivas	744
6.2	Aplicação	844
7	INSPEÇÕES E ENSAIOS	844
7.1	Ensaio	844
7.2	Ensaio de tipo	844
7.3	Ensaio de recebimento	842
7.4	Planos de amostragem para inspeção geral e verificação dimensional	912
8	DESENHOS	1043
9	ANEXOS	1144
10	CONTROLE DE REVISÕES	1245
11	APROVAÇÃO	1245

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 4 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

1 CAMPO DE APLICAÇÃO

Aplica-se à Gerência Corporativa de Normas e Qualidade e a todas as empresas responsáveis pela elaboração de projetos e construção de Redes de Distribuição cujas instalações elétricas serão alimentadas em média tensão, nas classes de tensão 15, 24,2 ou 36,2 kV, na área de concessão no âmbito da CONCESSIONÁRIA.

2 RESPONSABILIDADES

2.1 Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

Estabelecer as normas e padrões técnicos para o fornecimento de cabo de alumínio simples CA, coordenar o processo de revisão desta especificação e homologar tecnicamente os fabricantes/fornecedores que estejam de acordo com este documento e as normas técnicas dos órgãos competentes.

2.2 Fabricante/Fornecedor

Fabricar/Fornecer o material conforme as regras e recomendações definidas neste instrumento normativo.

3 DEFINIÇÕES

3.1 Cabo CA

Cabo formado exclusivamente por fios de alumínio.

3.2 Coroa

Conjunto de componentes ou de partes de componentes de um cabo, dispostos helicoidalmente e equidistantes de um centro de referência.

3.3 Encordoamento


Disposição helicoidal de fios ou de grupos de fios ou de outros componentes de um cabo.

3.4 Lance

Constituído por uma unidade de expedição de comprimento contínuo

3.5 Passo de Encordoamento

Comprimento da projeção axial de uma volta completa dos fios ou grupos de fios, ou outros componentes, de uma determinada coroa.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 5 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

3.6 Relação de Encordoamento

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

3.7 Seção de um Cabo

Soma das áreas das seções transversais dos fios componentes.

3.8 Sentido de Encordoamento

Sentido para a direita (horário) ou para a esquerda (anti-horário), segundo o qual os fios ou grupos de fios, ou outros componentes de um cabo, ao passarem por sua parte superior, se afastam do observador que olha na direção do eixo do cabo.

3.9 Têmpera

Condição produzida por tratamento mecânico ou térmico, ou ambos, e caracterizada por uma certa estrutura e propriedades mecânicas.

3.10 Unidade de Expedição

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

4 REFERÊNCIAS

ABNT NBR 5118 – Fios de alumínio 1350 nus, de seção circular, para fins elétricos;

ABNT NBR 5456 – Eletricidade geral – Terminologia;

ABNT NBR 5471 – Condutores Elétricos;

ABNT NBR 6814 – Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência elétrica;

ABNT NBR 7271 – Cabos de alumínio nus para linhas aéreas – Especificação;

ABNT NBR 7310 – Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço;

ABNT NBR 7312 – Rolos de fios e cabos elétricos – Características dimensionais;

ABNT NBR 11137 – Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas;

ABNT NBR 15443 – Fios, cabos e condutores elétricos – Verificação dimensional e de massa;

ABNT NBR ISO 2107 - Alumínio e suas ligas – Produtos trabalháveis – Designações das têmperas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 6 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

5 CONDIÇÕES GERAIS

5.1 Generalidades

Os condutores de alumínio simples (CA) utilizados nas redes de distribuição aéreas convencionais devem seguir a especificação em sua última versão.

5.2 Desenho do material

Conforme Desenho 1 – Cabo de Alumínio Simples (CA) – Detalhes Construtivos.

5.3 Códigos padronizados

Conforme Desenho 1 – Cabo de Alumínio Simples (CA) – Detalhes Construtivos.


5.4 Identificação

5.4.1 Carretéis

Externamente aos carretéis, devem ser marcados, nas duas faces laterais externas, diretamente sobre o disco ou por meio de plaqueta metálica, em lugar visível, com caracteres legíveis e indelévels, com pelo menos as seguintes indicações:

- Dados da CONCESSIONÁRIA (razão social e endereço);
- Dados do fabricante (razão social, endereço, CNPJ e Inscrição Estadual);
- Número de série do carretel;
- Número do contrato de fornecimento;
- Seção nominal do cabo, tipo do cabo e classe de encordoamento;
- Massa bruta, em kg;
- Massa líquida, em kg;
- Comprimento do cabo, em metros;
- Seta no sentido de rotação para desenrolar;
- Dimensões da bobina;
- Número da norma da ABNT.

Cada bobina deve ter amarrada, na extremidade do cabo correspondente a camada externa, uma etiqueta com caracteres indelévels, contendo as mesmas indicações acima com exceção da alínea i).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 7 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

5.5 Embalagem

Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante o manuseio, transporte, armazenagem e utilização, conforme ABNT NBR 7310. O acondicionamento deve ser em carretel com massa líquida de 550 Kg.

Os cabos devem ser fornecidos em unidades de expedição com comprimento equivalente à quantidade nominal. Quando não especificado diferentemente pelo comprador, cada unidade de expedição deverá conter um comprimento contínuo de cabo.

Para cada unidade de expedição, a incerteza máxima exigida na quantidade efetiva é de $\pm 1\%$ em comprimento.

Admite-se, quando não especificado diferentemente, que:

- A quantidade efetiva em cada unidade de expedição seja diferente do comprimento nominal em no máximo $\pm 5\%$ em comprimento. Para efeitos comerciais, o fabricante deve declarar a quantidade efetiva;
- A entrega de até 5% da massa da encomenda em lances não inferiores a 50 % do comprimento nominal;
- A quantidade total em massa da encomenda pode sofrer uma tolerância de entrega de $\pm 5\%$.

Os carretéis de madeira devem atender aos requisitos da ABNT NBR 11137 e os rolos devem atender aos requisitos da ABNT NBR 7312.

5.6 Garantia

O fornecedor deve dar uma garantia de 24 meses a partir da data de fabricação ou de 18 meses após a data de início de utilização, prevalecendo o que ocorrer por último, contra qualquer defeito de fabricação, material e acondicionamento.

6 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS E OPERACIONAIS

6.1 Características construtivas

6.1.1 Material

Fios de alumínio 1350, com tempera H-19 (dura), condutividade mínima de 61% IACS a 20 °C. Os cabos devem possuir encordoamento classe AA.

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

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 8 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

Os fios de alumínio, após encordoamento, devem apresentar limites de resistência à tração no mínimo iguais a 95% dos valores especificados antes do encordoamento e conservar as características de ductilidade. Não são requeridas características de alongamento após o encordoamento.

6.1.2 Acabamento

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

6.1.3 Seção transversal

A seção transversal efetiva do cabo não deve apresentar variação superior a $\pm 2\%$ em relação à seção nominal, conforme Desenho 1.

6.2 Aplicação

Utilizado na construção de redes de distribuição de energia elétrica nua, nas tensões primárias.

7 INSPEÇÕES E ENSAIOS

7.1 Ensaios

Os ensaios exigidos nessa especificação devem ser realizados conforme orientações da ABNT NBR 7271.

7.2 Ensaios de tipo

Estes ensaios devem ser realizados com a finalidade de demonstrar o satisfatório comportamento do projeto do cabo, para atender à 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 seu desempenho.

Entende-se por modificação de projeto do cabo, para os objetivos desta especificação, qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico ou mecânico do cabo. Os ensaios de tipo previstos por esta especificação são:

- Ensaio de ruptura no cabo completo;
- Ensaio de tensão-deformação.

7.3 Ensaios de recebimento

Estes ensaios constituem-se de ensaios de rotina, feitos sobre unidades de expedição (rolos ou bobinas), com a finalidade de demonstrar a integridade do cabo. Os ensaios e verificações de recebimento solicitados por esta especificação são:

- Ensaios nos fios de alumínio:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 9 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

- Verificação do diâmetro do fio;
 - Ensaio de resistência à tração;
 - Ensaio de alongamento à ruptura (aplicável somente antes do encordoamento);
 - Ensaio de enrolamento;
 - Ensaio de condutividade elétrica.
- b) Verificação no cabo completo:
- Verificação visual;
 - Verificação das características de encordoamento;
 - Seção transversal.

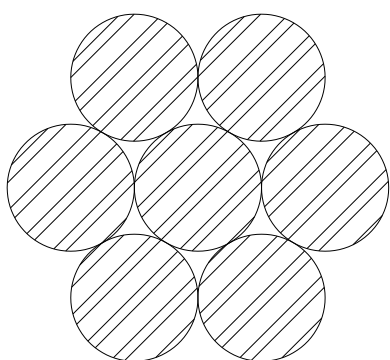
7.4 Planos de amostragem para inspeção geral e verificação dimensional

As amostras devem estar de acordo com a ABNT NBR 7271.

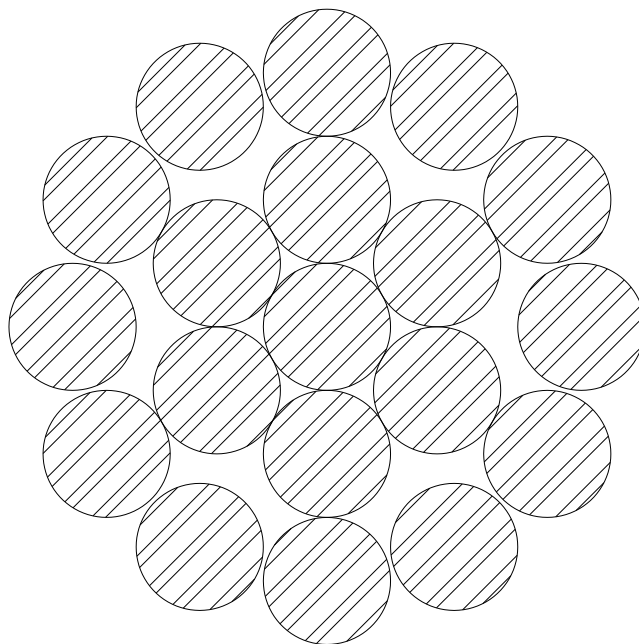
GRUPO equatorial ENERGIA	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 10 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

8 DESENHOS

Desenho 1 – Cabo de alumínio simples (CA) – Detalhes construtivos



7 FIOS



19 FIOS

ITEM	CÓDIGO	TERMINOLOGIA	SEÇÃO		FORMAÇÃO (mm)		DIÂMETRO NOMINAL DO CONDUTOR (mm)	MASSA NOMINAL (kg / km)	CARGA DE RUPTURA (daN)	RESIST. ELÉTRICA DE CC A 20 °C (ohm / km)
			(AWG/MCM)	(mm²)	Nº DE FIOS	Ø FIOS				
1	122020005	ROSE	4	21,12	7	1,96	5,88	58,20	391	1,3606
2	122020002	IRIS	2	33,54	7	2,47	7,41	92,50	599	0,8567
3	122020001	POPPY	1/0	53,52	7	3,12	9,36	147,6	884	0,5369
4	122020006	OXLIP	4/0	107,41	7	4,42	13,26	296,1	1.701	0,2675
5	122020004	TULIP	336,4	170,48	19	3,38	16,90	470	2.727	0,1686

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 11 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

9 ANEXOS

Anexo I – Plano de inspeções e testes – PIT

PIT – PLANO DE INSPEÇÃO E TESTES (Ensaio de Recebimento)							
CLIENTE:	CONCESSIONARIA						
FORNECEDOR:							
DESCRIÇÃO DO MATERIAL:	CABO DE ALUMÍNIO SIMPLES (CA)						
TIPO:							
CLASSIFICAÇÃO:							
MODELO:							
PEDIDO DE COMPRA:							
TAMANHO DO LOTE:							
PLANO DE AMOSTRAGEM:							
ET DO CLIENTE:	ET.00131.EQTL.Normas e Padrões – CABO DE ALUMÍNIO SIMPLES (CA) Rev. 00						
ÍTEM	DESCRIÇÃO DOS ENSAIOS	MÉTODO	REQUISITOS NBR 7271	TAMANHO DA AMOSTRA	CORPO-DE-PROVA	VALOR DE REFERÊNCIA	VALOR OBTIDO
1	Ensaio nos fios de alumínio	NBR 7271	Conforme Item 7.2.1 alínea a)	Plano de Amostragem	1/amostra	Satisfatório	
2	Verificação do diâmetro do fio	NBR 7271	Conforme item 8.1	Plano de Amostragem	1/amostra	Prescritas no item 4.2.1 e conforme NBR 15443	
3	Ensaio de resistência à tração	NBR 7271	Conforme item 8.2	Plano de Amostragem	1/amostra	Prescritas no item 4.2.2 e conforme NBR 5118	
4	Ensaio de alongamento à ruptura	NBR 7271	Conforme item 8.2	Plano de Amostragem	1/amostra	Prescritas no item 4.2.2 e conforme NBR 5118	
5	Ensaio de enrolamento	NBR 7271	Conforme item 8.2	Plano de Amostragem	1/amostra	Prescritas no item 4.2.2 e conforme NBR 5118	
6	Ensaio de condutividade elétrica	NBR 7271	Conforme item 8.3	Plano de Amostragem	1/amostra	Prescritas no item 4.2.3 e conforme NBR 5118	
7	Verificação do cabo completo	NBR 7271	Conforme Item 7.2.1 alínea b)	Plano de Amostragem	1/amostra	Satisfatório	
8	Verificação visual	NBR 7271	Conforme Item 7.2.1 alínea b)	Plano de Amostragem	1/amostra	Satisfatório	
9	Verificação das características de encordoamento	NBR 7271	Conforme item 8.4	Plano de Amostragem	1/amostra	Prescritas no item 4.6 e conforme NBR 15443	

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Homologado em: <u>28/08/2023</u> 28/08/2023	Página: 12 de 13
Título: Cabo de alumínio simples (CA)		ET.00131.EQTL	Revisão: 00
Classificação das informações: <input checked="" type="checkbox"/> Público <input type="checkbox"/> Interno <input type="checkbox"/> Restrito <input type="checkbox"/> Confidencial			

10	Verificação seção transversal	NBR 7271	Conforme item 8.5	Plano de Amostragem	1/amostra	Prescritas no item 4.9 e conforme NBR 15443	
----	-------------------------------	----------	-------------------	---------------------	-----------	---	--

10 CONTROLE DE REVISÕES

REV	DATA	ITEM	DESCRIÇÃO DA MODIFICAÇÃO	RESPONSÁVEL
00	16/08/2023		Revisão inicial para adequação ao novo padrão de formatação dos documentos do Grupo Equatorial Energia, dando continuidade a revisão 00 do antigo padrão ET.131.	Felipe Augusto Torres de Araujo

11 APROVAÇÃO

ELABORADOR (ES)

Felipe Augusto Torres de Araujo - Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

REVISOR (ES)

Carlos Henrique Vieira da Silva - Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

APROVADOR (ES)

Jorge Alberto Oliveira Tavares - Gerência Corporativa de Normas e Qualidade

CABO DE ALUMÍNIO SIMPLES (CA)

GRUPO
equatorial
ENERGIA

