



Fios de alumínio-liga 1120, de seção circular, para fins elétricos — Especificação

APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto de Revisão foi elaborado pela Comissão de Estudo de Condutores Elétricos de Alumínio (CE-003:020.001) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), nas reuniões de:

18.07.2023	22.08.2023	19.09.2023
24.10.2023		

a) é previsto para cancelar e substituir a ABNT NBR 16637:2017, a qual foi tecnicamente revisada, quando aprovado, sendo que, nesse ínterim, a referida norma continua em vigor;

b) não tem valor normativo.

2) Aqueles que tiverem conhecimento de qualquer direito de patente devem apresentar esta informação em seus comentários, com documentação comprobatória.

3) Analista ABNT – Newton Ferraz.



Fios de alumínio-liga 1120, de seção circular, para fins elétricos — Especificação

1120 Aluminum alloy wires, round cross-section, for electrical purposes — Specification

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR 16637 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), pela Comissão de Estudo de Condutores Elétricos de Alumínio (CE-003:020.001). O Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

A ABNT NBR 16637:2024 cancela e substitui a ABNT NBR 16637:2017, a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 16637 é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the requirements on qualification and acceptance of 1120 aluminum alloy wires, circular cross-section, for electrical purposes.



Fios de alumínio-liga 1120, de seção circular, para fins elétricos — Especificação

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos para qualificação e aceitação de fios de alumínio-liga 1120, de seção circular, para fins elétricos.

2 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5426, *Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos*

ABNT NBR 5456, *Eletricidade geral – Terminologia*

ABNT NBR 5471, *Condutores elétricos – Terminologia*

ABNT NBR 6810, *Fios e cabos elétricos – Tração à ruptura em componentes metálicos*

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

ABNT NBR 6815, *Fios e cabos elétricos – Ensaio de determinação da resistividade em componentes metálicos*

ABNT NBR 7312, *Rolos de fios de cabos elétricos – Características dimensionais*

ABNT NBR 11137, *Carretel de madeira para o acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas*

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

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR 5456 e ABNT NBR 5471, e os seguintes.

3.1

quantidade efetiva

quantidade contida em uma unidade de expedição, determinada por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada

3.2

quantidade irregular

quantidade diferente em mais de 5 % da quantidade nominal, com no mínimo 50 % da referida quantidade, aplicável a cada unidade de expedição



3.3

quantidade nominal

quantidade-padrão de fabricação e/ou quantidade que conste na ordem de compra, para cada unidade de expedição

3.4

unidade de expedição

unidade constituída por um rolo, uma bobina ou outra forma de acondicionamento

4 Requisitos

4.1 Material

Os fios devem ser de alumínio-liga 1120, com os seguintes limites em sua composição química:

- alumínio: 99,20 %;
- silício: 0,10 %;
- ferro: 0,40 %;
- cobre: entre 0,05 % e 0,35 %;
- manganês: 0,01 %;
- magnésio: 0,20 %;
- cromo: 0,01 %;
- zinco: 0,05 %;
- boro: 0,05 %;
- gálio: 0,03 %;
- vanádio e titânio: 0,02 %;
- outros: cada um = 0,03 %;
- total = 0,10 %.

A porcentagem de alumínio é a mínima e as demais porcentagens são máximas, exceto quanto ao cobre, para o qual é dada a faixa permitida de porcentagem.

4.2 Acabamento

A superfície do fio, examinada a olho nu, não pode apresentar imperfeições, como riscos, fissuras ou escamas.

4.3 Emendas

4.3.1 São permitidas emendas antes do último passe de trefilação, executadas por solda elétrica de topo ou pressão a frio.

4.3.2 Podem ser efetuadas emendas no fio acabado, desde que sejam observadas as seguintes condições:

- deve ser efetuado tratamento térmico de recozimento no fio, até uma distância mínima de 150 mm de cada lado da emenda, quando realizado por solda elétrica de topo;
- a resistência à tração na região da emenda não pode ser inferior a 30 % do valor especificado na Tabela 2;
- não mais que 10 % das unidades de expedição podem conter emendas, e nenhuma dessas emendas deve estar a uma distância menor que 15 m uma da outra ou de cada extremidade;
- não são permitidas mais que duas emendas por unidade de expedição.

4.4 Dimensões

Os fios devem ser designados por seu diâmetro nominal, em milímetros, com duas casas decimais.

Os diâmetros dos fios de alumínio-liga 1120 devem obedecer às tolerâncias apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Tolerâncias nos diâmetros

Diâmetro nominal mm		Tolerância
De	Até (inclusive)	
1,50	2,50	$\pm 0,03$ mm
2,51	4,80	± 1 %

4.5 Massa específica

A massa específica a 20 °C, definida para o fio de alumínio-liga 1120, é de $2,70 \cdot 10^3$ kg/m³.

4.6 Resistência à tração e alongamento

A resistência à tração e o alongamento dos fios de alumínio-liga 1120 devem estar de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Resistência à tração e alongamento dos fios de alumínio-liga 1120

Diâmetro nominal mm		Resistência mínima à tração MPa	Alongamento mínimo à ruptura em 250 mm %
De	Até (inclusive)		
1,50	2,50	250	0,8
2,51	3,25	250	1,0
3,26	3,75	240	1,2
3,76	4,00	230	1,2
4,01	4,80	230	1,4



4.7 Resistividade

A resistividade elétrica do fio de alumínio-liga 1120 a 20 °C não pode ser superior a 0,0293 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$, correspondente à condutividade mínima de 58,8 % IACS.

4.8 Coeficiente de variação da resistência elétrica com a temperatura

O coeficiente de variação da resistência elétrica com a temperatura, definido a 20 °C, para o fio de alumínio-liga 1120, é de 0,00390 $^{\circ}\text{C}^{-1}$ (α_{20}).

4.9 Ductilidade

O fio de alumínio-liga 1120 não pode apresentar fratura ou trinca visíveis a olho nu. Leves marcas superficiais não constituem causa de rejeição.

4.10 Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade definido para o fio de alumínio-liga 1120 é de 68 GPa.

4.11 Coeficiente de dilatação linear

O coeficiente de dilatação linear definido para o fio de alumínio-liga 1120 é de $23,0 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

5 Inspeção e amostragem

5.1 Condições gerais de inspeção

5.1.1 Os ensaios e verificações previstos nesta Norma são somente de recebimento.

5.1.2 Antes de efetuar qualquer ensaio, deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as unidades de expedição para a verificação das condições estabelecidas em 4.2 e na Seção 7.

5.2 Relação de ensaios e verificações

Os ensaios de recebimento solicitados nesta Norma são:

- a) verificação do diâmetro do fio, conforme 6.1;
- b) ensaio de resistência à tração, conforme 6.2;
- c) ensaio de enrolamento, conforme 6.3;
- d) ensaio de resistividade elétrica, conforme 6.4.

5.3 Critérios de amostragem

5.3.1 Para os ensaios e verificações indicados em 5.2, o número requerido de unidades de expedição que constituem a amostra deve ser conforme a Tabela 3, a menos que outro critério, com base na ABNT NBR 5426, seja estabelecido entre o comprador e o fabricante por ocasião da consulta para aquisição. Das amostras devem ser retirados corpos de prova com comprimento suficiente de fio, desprezando-se o primeiro metro da extremidade.



Tabela 3 – Plano de amostragem dupla normal (NQA = 2,5 %, NI = II)

Quantidade de unidades que formam o lote	Primeira amostra			Segunda amostra		
	Quantidade de unidades a serem ensaiadas	AC ₁	RE ₁	Quantidade de unidades a serem ensaiadas	AC ₂	RE ₂
2 a 8	2	0	1	–	–	–
9 a 15	3	0	1	–	–	–
16 a 25	5	0	1	–	–	–
26 a 50	8	0	1	–	–	–
51 a 90	8	0	2	8	1	2
91 a 150	13	0	2	13	1	2
151 a 280	20	0	3	20	3	4
281 a 500	32	1	4	32	4	5
501 a 1 200	50	2	5	50	6	7

6 Aceitação e rejeição

6.1 A aceitação ou rejeição do lote deve obedecer aos seguintes requisitos:

- AC₁ = número de unidades defeituosas encontradas na primeira amostra que permite a aceitação do 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, uma segunda amostra com tamanho igual à primeira deve ser ensaiada;
- AC₂ = número de unidades defeituosas encontradas nas duas amostras acumuladas que ainda permite aceitar o lote;
- RE₂ = número de unidades defeituosas encontradas nas duas amostras acumuladas que ainda permite rejeitar o lote.

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

7 Ensaios

7.1 Verificação do diâmetro

7.1.1 O diâmetro do fio deve estar de acordo com os limites estabelecidos na Tabela 3.

7.1.2 O diâmetro deve ser medido conforme a ABNT NBR 15443.



7.2 Ensaio de alongamento e resistência à tração

7.2.1 O valor individual do alongamento à ruptura e da resistência à tração dos fios de alumínio deve ser conforme a Tabela 3.

7.2.2 O ensaio deve ser realizado conforme a ABNT NBR 6810.

7.3 Ensaio de enrolamento

7.3.1 O fio de alumínio-liga 1120 deve ser enrolado ao redor de seu próprio diâmetro, com ou sem uso de mandril, de modo a formar uma hélice de oito voltas, devendo atender ao disposto em 4.9.

7.3.2 A velocidade de enrolamento não pode exceder 60 voltas por minuto.

7.4 Ensaio de resistividade elétrica

7.4.1 A resistência elétrica do fio de alumínio-liga 1120 deve ser medida conforme a ABNT NBR 6814, a uma temperatura não inferior a 10 °C nem superior a 30 °C, e corrigida para a temperatura de 20 °C pela seguinte equação:

$$R_{20} = R_t \left[\frac{1}{1 + \alpha_{20} \cdot (t - 20)} \right]$$

onde

t é a temperatura na qual foi efetuada a medição, expressa em graus Celsius (°C);

R_t é a resistência elétrica em corrente contínua medida à temperatura t , expressa em ohms (Ω);

α_{20} é o coeficiente de variação da resistência elétrica com a temperatura, a 20 °C, expresso pelo inverso de grau Celsius (°C⁻¹).

7.4.2 Conforme 4.8, o coeficiente de variação da resistência elétrica a ser utilizado, com a temperatura de 20 °C, deve ser de 0,00390 °C⁻¹.

7.4.3 A resistividade deve ser determinada com o valor da resistência elétrica referido a 20 °C, conforme a ABNT NBR 6815, e deve estar de acordo com 4.7 desta Norma.

8 Marcação, rotulagem e embalagem

8.1 Os fios devem ser acondicionados de maneira que fiquem protegidos durante o manuseio, transporte e armazenagem.

8.2 Os fios devem ser fornecidos em unidades de expedição com comprimento equivalente à quantidade nominal. Cada unidade de expedição deve conter um comprimento contínuo de fio.

8.3 A incerteza máxima na quantidade efetiva de cada unidade de expedição deve ser de ± 1 %.

8.4 Os materiais acondicionados em rolos devem apresentar uma média de quantidade no mínimo igual ao efetivo declarado.



8.5 Para produtos acondicionados em carretéis, admite-se que a quantidade efetiva em cada unidade de expedição seja diferente da quantidade nominal em no máximo 5 % em massa, devendo o fabricante declarar a quantidade efetiva.

8.6 Para complementar a ordem de compra, admite-se que até 5 % dos lances de um lote de expedição sejam irregulares quanto à quantidade, devendo o fabricante declarar a quantidade efetiva de cada unidade de expedição.

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

8.8 Externamente aos rolos, deve ser colocada uma etiqueta contendo no mínimo as seguintes informações, em tinta indelével:

- a) nome do fabricante ou do importador e CNPJ;
- b) indústria brasileira ou país de origem;
- c) material (alumínio-liga 1120);
- d) diâmetro nominal do fio, expresso em milímetros (mm);
- e) massa líquida, expressa em quilogramas (kg);
- f) número desta Norma;
- g) identificação para fins de rastreabilidade.

8.9 Externamente aos carretéis de madeira, devem ser marcadas, nas duas faces laterais, diretamente sobre o disco ou por meio de etiquetas, em lugar visível, com caracteres legíveis e indeléveis, no mínimo as seguintes informações:

- a) nome do fabricante ou do importador e CNPJ;
- b) indústria brasileira ou país de origem;
- c) material (alumínio-liga 1120);
- d) diâmetro nominal do fio, expresso em milímetros (mm);
- e) número desta Norma;
- f) massa líquida, expressa em quilogramas (kg);
- g) massa bruta, expressa em quilogramas (kg);
- h) identificação para fins de rastreabilidade;
- i) seta no sentido de rotação para desenrolar.

8.10 O fabricante pode incluir o nome comercial do seu produto na etiqueta dos rolos ou na marcação das bobinas.



Bibliografia

- [1] AS 1531/91, *Conductors – Bare overhead – Aluminium and aluminium alloy*
- [2] AS 2848.1/98, *Aluminium and aluminium alloys – Compositions and designations – Part 1: Wrought products*