



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores — Requisitos de desempenho

APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto foi elaborado pela Comissão de Estudo de Cabos isolados (CE-003:020.003) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), com número de Texto-Base 003:020.003-036, nas reuniões de:

28.06.2012	18.03.2015	15.04.2015
13.05.2015	24.06.2015	12.08.2015
16.09.2015	18.11.2015	16.12.2015
17.02.2016	16.03.2016	13.04.2016
17.05.2016	14.06.2016	05.07.2016
16.08.2016	13.09.2016	

a) 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) Tomaram parte na sua elaboração:

Participante

ALUBAR
BELDEN
COBRECOM
COBREMACK
CONDUMAX
CONDUSPAR
CONSTRUFIOS

Representante

Anderson Prata
Daniel Castro
Mauro Soares
Demístocles Santana Empeke
Marcos Poli
Claudia Freitas
Fissato Fujii

© ABNT 2017

Todos os direitos reservados. Salvo disposição em contrário, nenhuma parte desta publicação pode ser modificada ou utilizada de outra forma que altere seu conteúdo. Esta publicação não é um documento normativo e tem apenas a incumbência de permitir uma consulta prévia ao assunto tratado. Não é autorizado postar na internet ou intranet sem prévia permissão por escrito. A permissão pode ser solicitada aos meios de comunicação da ABNT.

NÃO TEM VALOR NORMATIVO



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

Projeto em Consulta Nacional

DACARTO	Alfredo Mazzaro
DOW	Márcio T. Alves
GENERAL CABLE	João J. Alves de Paula
IFC/COBRECOM	Rosevaldo Toalida
INDUSCABOS	Willian Albino
ITEN	José Aparecido Seixas
LABSYSTEM	Carlos Jose
LABSYSTEM	Carlos José dos Santos
LAMESA	Shigue Y. Iseri
NEXANS	João Marcondes de O. Neto
NEXANS	Mario Cesar Alonso
PETROBRÁS	Michael da Fonseca Pinheiro
PHELPS DODGE	Juarez S. M. Ribeiro
PRYSMIAN	Rodnei Ancilotto
PRYSMIAN	Rodrigo Oliveira
PRYSMIAN	Flavio Orbiteli
SIL	Nelson Volyk
UL DO BRASIL	Rodrigo Teles Maciel
WIREX	Harri Giuliano Falanga



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores — Requisitos de desempenho

Power cables for photovoltaic systems, halogen free, insulated, with coverage, for rated voltage up to and including DC 1,8 kV between conductors — Performance requirements

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).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 16612 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), pela Comissão de Estudo de Cabos isolados (CE-003:020.003). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the minimum requirements on qualification and acceptance of insulated and sheathed single-core cables for use at the DC-side of photovoltaic (PV) installations with a maximum permissible DC voltage of 1,8 kV (conductor/conductor, non earthed system, circuit not under load).



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

Cabos de potência para sistemas fotovoltaicos, não halogenados, isolados, com cobertura, para tensão de até 1,8 kV C.C. entre condutores — Requisitos de desempenho

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos mínimos para a qualificação e aceitação de cabos singelos de condutor flexível para uso em corrente contínua em instalações de energia fotovoltaica, com tensão contínua máxima de 1,8 kV C.C. entre condutores (sistema a dois fios, não aterrado e não sob carga).

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste 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*

ABNT NBR 6251, *Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos construtivos*

ABNT NBR 6813, *Fios e cabos elétricos – Ensaio de resistência de isolamento*

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

ABNT NBR 6881, *Fios e cabos elétricos de potência, controle e instrumentação – Ensaio de tensão elétrica*

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

ABNT NBR 9511, *Cabos elétricos – Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento*

ABNT NBR 10495, *Fios e cabos elétricos – Determinação da quantidade de gás ácido halogenado emitida durante a combustão de materiais poliméricos*

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

ABNT NBR 11300, *Fios e cabos elétricos – Determinação da densidade de fumaça emitida em condições definidas de queima – Método de ensaio*

ABNT NBR 11633, *Fios e cabos elétricos – Ensaio de determinação do grau de acidez de gases desenvolvidos durante a combustão de componentes – Método de ensaio*



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

ABNT NBR 13248:2014, *Cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV – Requisitos de desempenho*

ABNT NBR NM 244, *Condutores de cabos isolados – Ensaio de centelhamento*

ABNT NBR NM 280, *Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)*

ABNT NBR NM IEC 60332-1, *Métodos de ensaios em cabos elétricos sob condições de fogo – Parte 1: Ensaio em um único condutor ou cabo isolado na posição vertical*

ABNT NBR NM IEC 60811-1-1:2001, *Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 1: Medição de espessuras e dimensões externas – Ensaio para a determinação das propriedades mecânicas*

ABNT NBR NM IEC 60811-1-2, *Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 2: Métodos de envelhecimento térmico*

ABNT NBR NM IEC 60811-1-3, *Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 3: Métodos para determinação da densidade de massa – Ensaio de absorção de água – Ensaio de retração.*

ABNT NBR NM IEC 60811-1-4:2003, *Métodos de ensaios comuns para os materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos – Parte 1: Métodos para aplicação geral – Capítulo 4: Ensaio a baixas temperaturas*

ABNT NBR NM IEC 60811-2-1, *Métodos de ensaios comuns para materiais de isolamento e de cobertura de cabos elétricos e ópticos – Parte 2: Métodos específicos para materiais elastoméricos – Capítulo 1: Ensaio de resistência ao ozônio, de alongamento a quente e de imersão em óleo mineral*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60216-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-3, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single chamber ovens*

ASTM G155:2013, *Practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ABNT NBR 5456, ABNT NBR 6251 e ABNT NBR 5471, e os seguintes.

3.1

comprimento nominal

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



3.2

índice de temperatura

IT

valor numérico da temperatura, em graus Celsius, derivado da relação da resistência térmica com o tempo de 20 000 h

3.3

intervalo de divisão por dois

IDC

valor numérico do intervalo de temperatura, em kelvins, que exprime a divisão por dois do tempo para atingir o valor-limite da propriedade correspondente, tomado a partir do índice IT

3.4

lance

unidade de expedição de comprimento contínuo

3.5

unidade de expedição

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

4 Requisitos

4.1 Designação

Os cabos de potência previstos nesta Norma devem ser designados pela:

- seção nominal do condutor, em milímetros quadrados;
- tensão máxima do cabo (U_m): 1,8 kV em corrente contínua.

4.2 Condições de instalação e serviço

4.2.1 Instalação

Estes cabos foram previstos para serem instalados entre a célula fotovoltaica e os terminais de corrente contínua do inversor fotovoltaico.

4.2.2 Condições ambientais

Estes cabos devem ser adequados para operar em temperatura ambiente de -15 °C até 90 °C .

4.2.3 Condições de operação

A temperatura do condutor em regime permanente não pode ultrapassar 90 °C . Por um período máximo de 20 000 h, é permitida uma temperatura máxima de operação no condutor de 120 °C em uma temperatura ambiente máxima de 90 °C .

4.2.4 Condições de operação em regime de curto-circuito

A temperatura no condutor, em regime de curto-circuito, não pode ultrapassar 250 °C . A duração neste regime não pode ultrapassar 5 s.



4.3 Condutor

4.3.1 O condutor deve ser de cobre estanhado e têmpera mole, e estar conforme a ABNT NBR NM 280 na classe 5 de encordoamento.

4.3.2 A superfície dos fios componentes do condutor encordoado não pode apresentar fissuras, escamas, rebarbas, aspereza, estrias ou inclusões. O condutor pronto não pode apresentar falhas de encordoamento.

4.3.3 Os fios componentes do condutor encordoado, antes de serem submetidos a fases posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da ABNT NBR NM 280.

4.4 Separador

Sobre o condutor pode ser aplicado um separador, a critério do fabricante, a fim de facilitar a remoção da isolação e evitar a aderência desta, e este separador deve estar de acordo com a ABNT NBR 6251.

4.5 Isolação

4.5.1 A isolação deve ser constituída por uma ou mais camadas extrudadas de composto não halogenado termofixo, com requisitos conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Características físicas dos compostos da isolação

Seção	Método de ensaio	Característica	Unidade	Requisito
1 1.1	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	Ensaio de tração Sem envelhecimento		
		— resistência à tração, mínima	MPa	8,0
		— alongamento à ruptura, mínimo	%	125
1.2	ABNT NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar		
		— temperatura	°C	150 ± 2
		— duração	h	168
		— variação máxima da resistência à tração e do alongamento à ruptura ^a	%	- 30 ^b
2	ABNT NBR NM IEC 60811-2-1	— Alongamento a quente		
		— temperatura	°C	200 ± 3
		— tempo sob carga	min	15
		— solitação mecânica	MPa	0,2
		— máximo alongamento sob carga	%	175
		— máximo alongamento após resfriamento	%	15
3	Anexo A	Resistência térmica		
		— índice de temperatura	°C	120
		— alongamento à ruptura, mínimo	%	50
4	ABNT NBR NM IEC 60811-1-4	Alongamento a frio (para diâmetro > 12,5 mm)		
		— temperatura (tolerância ± 2 °C)	°C	- 15
		— alongamento mínimo	%	30



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

Tabela 1 (continuação)

Seção	Método de ensaio	Característica	Unidade	Requisito
5	ABNT NBR NM IEC 60811-1-4	Dobramento a frio (para diâmetro $\leq 12,5$ mm) — temperatura (tolerância ± 2 °C)	°C	- 15
6	ABNT NM IEC 60811-2-1	Resistência ao ozônio — temperatura (tolerância ± 2 °C) — concentração (em volume) — duração sem fissuração	°C % h	25 0,025 a 0,030 24
7	ABNT NBR NM IEC 60811-1-2	Envelhecimento em estufa a ar com o condutor — temperatura (tolerância ± 2 °C) — duração — variação máxima da resistência à tração e do alongamento à ruptura ^a	°C h %	135 168 ± 30
8	ABNT NBR 13248:2014 – Anexo B	Análise qualitativa para determinação da presença de halogênios, nitrogênio e enxofre	–	–
9	ABNT NBR 11633	Grau de acidez — pH — condutividade	– $\mu\text{S}/\text{mm}$	$\geq 4,3$ ≤ 20
10	ABNT NBR 10495	Quantidade de gás ácido	mg/g	≤ 5

^a Variação: diferença entre o valor mediano da resistência à tração e alongamento à ruptura, obtido após envelhecimento, e o valor mediano obtido sem envelhecimento, expressa como porcentagem deste último.

^b É permitido qualquer valor positivo para esta variação.

4.5.2 A isolação deve ser contínua e uniforme ao longo de todo o seu comprimento.

4.5.3 A isolação dos cabos, quando não houver separador sobre o condutor, deve estar justaposta ao condutor, porém facilmente removível e não aderente a ele.

4.5.4 A espessura nominal da isolação deve estar de acordo com a Tabela 2.

4.5.5 A espessura média da isolação não pode ser inferior ao valor nominal especificado.

4.5.6 A espessura mínima da isolação em um ponto qualquer de uma seção transversal pode ser inferior ao valor nominal, contanto que a diferença não exceda $0,1 \text{ mm} + 10 \%$ do valor nominal especificado.

4.5.7 A espessura de um eventual separador aplicado sobre o condutor não pode ser considerada parte da espessura da isolação.



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

Tabela 2 – Dimensional

Número e seção nominal dos condutores mm ²	Espessura nominal da isolação mm	Espessura nominal da cobertura mm	Diâmetro externo máximo ^a mm
1 × 1,5	0,7	0,8	5,4
1 × 2,5	0,7	0,8	5,9
1 × 4	0,7	0,8	6,6
1 × 6	0,7	0,8	7,4
1 × 10	0,7	0,8	8,8
1 × 16	0,7	0,9	10,1
1 × 25	0,9	1,0	12,5
1 × 35	0,9	1,1	14,0
1 × 50	1,0	1,2	16,3
1 × 70	1,1	1,2	18,7
1 × 95	1,1	1,3	20,8
1 × 120	1,2	1,3	23,0
1 × 150	1,4	1,4	25,7
1 × 185	1,6	1,6	28,7
1 × 240	1,7	1,7	32,3
1 × 300	1,8	1,8	35,6
1 × 400	2,0	2,0	40,6

^a Valor informativo.

4.6 Separador

Sobre a isolação pode ser aplicado um separador, a critério do fabricante, e este separador deve estar de acordo com a ABNT NBR 6251.

4.7 Cobertura

4.7.1 A cobertura deve ser constituída por uma ou mais camadas extrudadas de composto não halogenado termofixo, com requisitos conforme a Tabela 3.



ABNT/CB-003
PROJETO ABNT NBR 16612
MAR 2017

Tabela 3 – Características físicas dos compostos de cobertura

Seção	Método de ensaio	Característica	Unidade	Requisito
1	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	Ensaio de tração		
1.1		Sem envelhecimento		
		— resistência à tração, mínima	MPa	8,0
		— alongamento à ruptura, mínimo	%	125
1.2	ABNT NBR NM IEC 60811-1-2	Após envelhecimento em estufa a ar		
		— temperatura	°C	150 ± 2
		— duração	h	168
		— variação máxima da resistência à tração e do alongamento à ruptura ^a	%	- 30 ^b
2	ABNT NBR NM IEC 60811-2-1	Alongamento a quente		
		— temperatura	°C	200 ± 3
		— tempo sob carga	min	15
		— sollicitação mecânica	MPa	0,2
		— máximo alongamento sob carga	%	175
		— máximo alongamento após resfriamento	%	15
3	Anexo A	Resistência térmica		
		— índice de temperatura	°C	120
		— alongamento à ruptura, mínimo	%	50
4	ABNT NBR NM IEC 60811-1-3	Retração		
		— temperatura (tolerância + 2 °C)	°C	120
		— duração	h	1
		— comprimento da amostra	mm	300
		— variação máxima permissível	%	2
5	ABNT NBR NM IEC 60811-1-4	Alongamento a frio (para diâmetro > 12,5 mm)		
		— temperatura (tolerância ± 2 °C)	°C	- 15
		— alongamento mínimo	%	30
6	ABNT NBR NM IEC 60811-1-4	Dobramento a frio (para diâmetro ≤ 12,5 mm)		
		— temperatura (tolerância ± 2 °C)	°C	- 15
7	ABNT NBR NM IEC 60811-1-2	Envelhecimento em estufa a ar com o condutor		
		— temperatura (tolerância ± 2 °C)	°C	135
		— duração	h	168
		— variação máxima da resistência à tração e do alongamento à ruptura ^a	%	- 30 ^b
8	IEC 60068-2-78	Ensaio de resistência a temperatura e umidade		
		— temperatura	°C	90
		— duração	h	1 000
		— umidade relativa, mínimo	%	85
		— período de condicionamento	h	16 a 24
		— variação máxima da resistência à tração e do alongamento à ruptura ^a	%	- 30 ^b