



**ABNT - Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13/28º andar
CEP 20003-900 - Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro - RJ
Tel.: PABX (21) 3974-2300
Fax: (21) 2240-8249/2220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2003,
ABNT—Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

AGO 2003

NBR 8182

Cabos de potência multiplexados auto-sustentados com isolamento extrudada de PE ou XLPE, para tensões até 0,6/1 kV - Requisitos de desempenho

Origem: Projeto NBR 8182:2003
ABNT/CB-03 - Comitê Brasileiro de Eletricidade
CE-03:020.03 - Comissão de Estudo de Cabos Isolados
NBR 8182 - Self-supported power cables, PE or XLPE insulated, for rated voltages up to and including 0,6/1 kV - Performance requirements
Descriptors: Overhead conductor. Power cable
Esta Norma foi baseada nas COPANT 4:2-036 e UTE 33-209
Esta Norma substitui a NBR 8182:2001
Válida a partir de 29.09.2003

Palavras-chave: Cabo aéreo. Cabo de potência

17 páginas

Sumário

Prefácio

1 Objetivo

2 Referências normativas

3 Definições

4 Requisitos gerais

5 Requisitos específicos

6 Inspeção

7 Aceitação e rejeição

ANEXOS

A Tabelas

B Capacidade de condução de corrente: critérios de cálculo e tabelas

Prefácio

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ABNT/ONS, circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

Esta Norma contém os anexos A e B, de caráter normativo.

1 Objetivo

1.1 Esta Norma fixa os requisitos exigíveis na aceitação e/ou recebimento de cabos de potência multiplexados auto-sustentados, isolados com polietileno termoplástico (PE) ou polietileno termofixo (XLPE).

1.2 Estes cabos são utilizados em circuitos de alimentação e/ou distribuição de energia elétrica em tensões até 0,6/1kV, em instalações aéreas fixadas em postes ou fachadas.

1.3 Os cabos com isolamento de polietileno termoplástico (PE) são previstos até seção máxima de condutores de fase de 25 mm².

2 Referências normativas

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. As edições indicadas estavam em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita a revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usarem as edições mais recentes das normas citadas a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

NBR 5111:1997 - Fios de cobre nus, de seção circular, para fins elétricos - Especificação

NBR 5118:1985 - Fios de alumínio nus de seção circular para fins elétricos - Especificação

NBR 5368:1997 - Fios de cobre mole estanhados para fins elétricos - Especificação

NBR 5426:1985 - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos - Procedimento

NBR 5456:1987 - Eletricidade geral - Terminologia

NBR 5471:1986 - Condutores elétricos - Terminologia

NBR 6251:2000 - Cabos de potência com isolamento extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV - Requisitos construtivos

NBR 6524:1998 - Fios e cabos de cobre duro e meio duro com ou sem cobertura protetora para instalações aéreas - Especificação

NBR 6813:1981 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência de isolamento - Método de ensaio

NBR 6814:1986 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de resistência elétrica - Método de ensaio

NBR 6881:1981 - Fios e cabos elétricos de potência ou controle - Ensaio de tensão elétrica - Método de ensaio

NBR 7104:1981 - Fios e cabos elétricos - Determinação do teor de negro-de-fumo e conteúdo de componente mineral em polietileno - Método de ensaio

NBR 7312:1998 - Rolos de fios e cabos elétricos - Características dimensionais

NBR 9512:1986 - Fios e cabos elétricos - Intemperismo artificial sob condensação de água, temperatura e radiação ultravioleta-B proveniente de lâmpadas fluorescentes - Método de ensaio

NBR 10298:1988 - Cabos de alumínio-liga para linhas aéreas - Especificação

NBR 10537:1988 - Fios e cabos elétricos - Ensaio de centelhamento - Método de ensaio

NBR 11137:2002 - Carretel de madeira para acondicionamento de fios e cabos elétricos - Dimensões e estruturas

NBR 11301:1990 - Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%) - Procedimento

NBR NM 280:2002 - Condutores de cabos isolados (IEC 60228, MOD)

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

ASTM G 155:2000 - Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials

3 Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se as definições das NBR 5456, NBR 5471 e NBR 6251, e as seguintes:

3.1 unidade de expedição: Comprimento contínuo de material contido em uma embalagem de expedição, ou seja, um rolo para materiais acondicionados em rolos ou uma bobina para materiais acondicionados em carretéis.

3.2 comprimento efetivo: Comprimento efetivamente medido em uma unidade ou lote de expedição, por meio de equipamento adequado que garanta a incerteza máxima especificada.

3.3 comprimento nominal: Comprimento padrão de fabricação e/ou comprimento que conste na ordem de compra.

3.4 lance irregular (quanto ao comprimento): Lance com comprimento diferente, em mais de 3%, do comprimento nominal, com no mínimo 50% do referido comprimento.

4 Requisitos gerais

4.1 Designação dos cabos por sua tensão de isolamento

Os cabos de potência previstos nesta Norma se caracterizam pela tensão de isolamento U_0/U : 0,6/1 kV. As tensões U_0 e U se encontram definidas na NBR 6251.

4.2 Condições em regime permanente

A temperatura no condutor em regime permanente não deve ultrapassar 70°C para cabos isolados com polietileno termoplástico (PE) ou 90°C para cabos isolados com polietileno termofixo (XLPE).

4.3 Condições em regime de sobrecarga

A temperatura no condutor em regime de sobrecarga não deve ultrapassar 90°C para cabos isolados com polietileno termoplástico (PE) ou 130°C para cabos isolados com polietileno termofixo (XLPE). A operação neste regime não deve superar 100 h durante 12 meses consecutivos, nem 500 h durante a vida do cabo.

NOTA - Deve ser entendido que o cabo, quando submetido a regime de sobrecarga, tem sua vida reduzida em certo grau, em relação à vida prevista para as condições em regime permanente. Além disto, limites mais baixos de temperatura podem ser requeridos em função dos acessórios utilizados e/ou de condições de instalação.

4.4 Condições em regime de curto-circuito

A temperatura no condutor em regime de curto-circuito não deve ultrapassar 130°C para cabos isolados com polietileno termoplástico (PE) ou 250°C para cabos isolados com polietileno termofixo (XLPE). A duração neste regime não deve ultrapassar 5 s.

NOTA - Limites mais baixos de temperatura podem ser requeridos em função dos acessórios utilizados.

4.5 Acondicionamento e fornecimento

4.5.1 Os cabos devem ser acondicionados de maneira a ficarem protegidos durante manuseio, transporte e armazenagem. O acondicionamento deve ser em rolo ou carretel, que deve ter resistência adequada e ser isento de defeitos que possam danificar o produto.

4.5.2 O acondicionamento normal em carretéis deve ser limitado à massa bruta de 5 000 kg e o acondicionamento em rolos deve ser limitado a 40 kg para movimentação manual. Em rolos cuja movimentação deva ser efetuada por meio mecânico, é permitida massa superior a 40 kg.

4.5.3 Os cabos devem ser fornecidos em unidades de expedição com comprimento nominal de fabricação.

4.5.4 Para cada unidade de expedição (rolo ou bobina), a incerteza máxima exigida na medição do comprimento efetivo é de $\pm 1\%$.

4.5.5 Para produtos acondicionados em carretéis, admite-se, quando não especificado diferentemente pelo comprador, que o comprimento efetivo em cada unidade de expedição seja diferente do comprimento nominal em no máximo $\pm 3\%$. Para efeitos comerciais, o fabricante deve declarar o comprimento efetivo.

4.5.6 Para complementar a ordem de compra, admite-se que até 5% dos lances de um lote de expedição sejam irregulares quanto ao comprimento (ver 3.4), devendo o fabricante declarar o comprimento efetivo de cada unidade de expedição.

4.5.7 Os carretéis devem possuir dimensões conforme NBR 11137, e os rolos, dimensões conforme NBR 7312.

4.5.8 As extremidades dos condutores de fase e neutro, quando isolados, dos cabos acondicionados em carretéis devem ser convenientemente seladas com capuzes de vedação ou com fita auto-aglomerante, resistentes às intempéries, a fim de evitar a penetração de umidade durante manuseio, transporte e armazenamento.

4.5.9 Externamente, os carretéis devem ser marcados nas duas faces laterais, diretamente sobre o disco e/ou por meio de plaqueta, com caracteres legíveis e permanentes, com as seguintes indicações mínimas:

- a) dados do fabricante;
- b) indústria brasileira;
- c) tensão de isolamento: 0,6/1 kV;
- d) número de condutores de fase e seção nominal do(s) condutor(es) fase e do condutor neutro, em milímetros quadrados;
- e) materiais do(s) condutor(es) fase (cobre ou alumínio), do condutor neutro de sustentação (cobre, alumínio ou alumínio-liga) e da isolação (PE ou XLPE);

- f) número desta Norma;
- g) comprimento, em metros;
- h) massa bruta, em quilogramas;
- i) número da ordem de compra;
- j) número de série do carretel;
- k) seta no sentido de rotação para desenrolar.

4.5.10 Os rolos devem conter uma etiqueta com as indicações, legíveis e indelévels, de 4.5.9, com exceção das referentes às alíneas j) e k) e, no caso da alínea h), o valor a ser indicado é o de massa líquida nominal.

NOTA - No que se refere à alínea d), os cabos multiplexados auto-sustentados devem ser designados da seguinte maneira:

$$N \times 1 \times S + S'$$

onde:

- N é o número de condutores de fase;
- S é a seção nominal do(s) condutor(es) fase, em milímetros quadrados;
- S' é a seção nominal do condutor neutro, em milímetros quadrados.

4.6 Garantias

4.6.1 O fabricante deve garantir, entre outros requisitos, o seguinte:

- a) a qualidade de todos os materiais usados, de acordo com os requisitos desta Norma;
- b) a reposição, livre de despesas, de qualquer cabo considerado defeituoso, devido às eventuais deficiências em seu projeto, matéria-prima ou fabricação, durante a vigência do período de garantia. Este período deve ser estabelecido em comum acordo entre comprador e fabricante.

4.6.2 As garantias são válidas para qualquer cabo instalado com técnica adequada e utilizado em condições próprias e normais ao seu tipo.

4.7 Descrição para aquisição do cabo

O comprador deve indicar necessariamente os seguintes dados fundamentais, em sua consulta e posterior ordem de compra para aquisição do cabo:

- a) tensão de isolamento: 0,6/1kV;
- b) número de condutores de fase, seção nominal em milímetros quadrados, classe e material do(s) condutor(es) fase (cobre nu ou revestido ou alumínio) e material da isolação (PE ou XLPE);
- c) seção nominal do condutor neutro, em milímetros quadrados, material do condutor neutro (conforme 5.2) e de sua isolação, se requerida;
- d) número desta Norma;
- e) comprimento total a ser adquirido, em metros;
- f) comprimento das unidades de expedição e respectivas tolerâncias; caso não sejam fixados, adotam-se o comprimento padrão do fabricante e tolerâncias conforme 4.4.3 a 4.4.7.

5 Requisitos específicos

5.1 Condutor de fase

5.1.1 O condutor de fase deve ser constituído por um ou vários fios moles de cobre, com ou sem revestimento metálico, ou de alumínio nu.

5.1.2 Dependendo da seção transversal e da sua construção, o condutor de fase é designado por:

- a) condutor de seção maciça;
- b) condutor de seção circular compactado.

NOTA - Para condutor de fase em cobre com seção de 6 mm² ou em alumínio com seção de 10 mm², é aceito condutor de seção circular de formação simples.

5.1.3 O(s) condutor(es) fase, de cobre ou alumínio, deve(m) estar de acordo com a NBR NM 280, classe 1 ou 2.

5.1.4 A superfície dos condutores de seção maciça ou dos fios componentes dos condutores encordoados não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, aspereza, estrias ou inclusões. O condutor pronto na classe 2, não deve apresentar falhas de encordoamento.

5.1.5 O condutor de seção maciça ou os fios componentes do condutor encordoado, antes de serem submetidos a fases posteriores de fabricação, devem atender aos requisitos da NBR NM 280.

5.2 Condutor neutro de sustentação

5.2.1 O condutor neutro de sustentação deve ser constituído por:

- a) fio ou cabo de cobre duro;
- b) fio ou cabo de alumínio duro;
- c) cabo de alumínio-liga.

5.2.2 Dependendo de sua construção, o condutor neutro de sustentação é designado por:

- a) condutor de seção maciça;
- b) condutor de seção circular de formação simples ou combinada.

5.2.3 Os condutores de seção maciça (seção máxima de 16 mm^2) ou os fios componentes dos condutores encordoados, antes de serem submetidos a fases posteriores de fabricação, e os condutores após encordoamento devem satisfazer as seguintes normas e requisitos:

- a) condutores de cobre duro: NBR 5111 e NBR 6524, classe 1A ou 2A de condutor, com seção mínima de 6 mm^2 ;
- b) condutores de seção maciça de alumínio duro: NBR 5118, com seção mínima de 10 mm^2 ;
- c) condutores encordoados de alumínio duro: NBR NM 280, com seção máxima de 25 mm^2 e formações conforme a tabela A.1;
- d) condutores encordoados de alumínio liga: NBR 10298, com seção mínima de 35 mm^2 e formações conforme a tabela A.1.

5.2.4 Quando o neutro é isolado, pode ser usada uma formação combinada para cordas de 19 fios. Neste caso, os diâmetros dos fios componentes não necessitam respeitar as tolerâncias estabelecidas na norma correspondente. A resistência elétrica máxima deve, entretanto, corresponder ao valor requerido para a formação simples de mesma seção nominal.

5.2.5 A superfície dos condutores de seção maciça ou dos fios componentes dos condutores encordoados não deve apresentar fissuras, escamas, rebarbas, asperezas, estrias ou inclusões. O condutor pronto, quando encordoado, não deve apresentar falhas de encordoamento.

5.3 Separador

Sobre o condutor de fase e sob sua isolamento, pode ser utilizado separador, devendo este estar conforme a NBR 6251. Não deve ser utilizado separador sobre o condutor neutro de sustentação provido de isolamento.

5.4 Isolação

5.4.1 A isolação deve ser constituída por composto extrudado à base de polietileno termoplástico (PE) ou polietileno reticulado (XLPE), com características físicas conforme a NBR 6251.

5.4.2 A isolação na cor preta deve conter negro-de-fumo disperso, com teor mínimo de 2%, quando determinado conforme a NBR 7104. Quando a isolação possuir cor diferente da preta, ela deve conter aditivos que a protejam contra radiação ultravioleta.

5.4.3 A isolação pode ser em dupla camada, desde que a camada externa não ultrapasse 30% da espessura total da isolação. As camadas interna e externa devem ser aplicadas simultaneamente, de forma a garantir que as duas camadas fiquem aderidas, evitando a formação de vazios entre elas. A camada interna deve ser na cor preta e deve conter negro-de-fumo disperso, com teor mínimo de 2%, quando determinado conforme a NBR 7104. A camada externa deve conter aditivos que a protejam contra radiação ultravioleta.

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

5.4.5 A isolação sem separador abaixo dela deve estar justaposta sobre o condutor, porém facilmente removível e não aderente ao condutor.

5.4.6 A espessura nominal da isolação de cada condutor, inclusive do neutro quando isolado, deve estar de acordo com os valores da tabela A.2.

5.4.7 A espessura média da isolação não deve ser inferior ao valor nominal especificado. Para os condutores isolados em dupla camada, a somatória das espessuras das duas camadas é considerada como sendo espessura média.

5.4.8 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.

5.4.9 A espessura da isolação devem ser medida conforme NBR NM-IEC 60811-1-1.

5.5 Identificação dos condutores

5.5.1 Os condutores de fase devem ser identificados preferencialmente por meio de frisos ou cores. No caso de frisos deve-se adotar a seguinte seqüência: sem friso, um friso e dois frisos. Alternativamente, os condutores de fase podem ser identificados por números, palavras ou listra colorida no mesmo padrão para identificação por cores, desde que previamente acordado entre fabricante e comprador. Para identificação por cores para cabos quadruplex, as isolações dos condutores de fase devem ser preta, cinza e vermelha.

5.5.2 A isolação do condutor neutro de sustentação para cabos identificados por cores, quando prevista, deve ser azul-clara.

5.6 Marcação do cabo

5.6.1 A superfície externa de pelo menos um dos condutores de fase deve ser marcada com os seguintes dizeres, a intervalos regulares de até 50 cm:

- a) nome do fabricante;
- b) número de condutores e seção nominal, em milímetros quadrados;
- c) material do condutor de fase (Cu ou Al);
- d) material da isolação (PE ou XLPE);
- e) tensão de isolamento: 1 kV ou 0,6/1 kV;
- f) ano de fabricação;
- g) número desta Norma.

NOTAS

1 No que se refere à alínea b), os cabos multiplexados auto-sustentados devem ser designados da seguinte maneira:

$$N \times 1 \times S + S'$$

onde:

N é o número de condutores de fase;

S é a seção nominal do(s) condutor(es) de fase, em milímetros quadrados;

S' é a seção nominal do condutor neutro, em milímetros quadrados.

2 É facultativa a inclusão do nome comercial do produto, preferencialmente após o nome do fabricante.

3 A marcação do cabo não deve interferir na identificação das fases.

4 Quando o neutro for isolado, este deve ser identificado com a palavra " neutro".

5.7 Passo de reunião dos condutores

5.7.1 O passo de reunião dos condutores deve ser no máximo 60 vezes o diâmetro do condutor de fase.

5.7.2 A verificação do passo deve ser feita conforme descrito a seguir. Não devem ser considerados os comprimentos das extremidades que possam apresentar alterações no passo de reunião.

5.7.3 A verificação é feita assinalando-se duas marcas sobre a mesma veia, em duas passagens consecutivas desta veia por um plano tangente ao cabo. Mede-se então o passo efetivo, que é a distância longitudinal entre as duas marcas.

6 Inspeção

6.1 Ensaios e critérios de amostragem

Os ensaios previstos por esta Norma são classificados em:

- a) ensaios de recebimento (R e E);
- b) ensaios de tipo (T);
- c) ensaios de controle;

6.1.1 Ensaios de recebimento (R e E)

6.1.1.1 Os ensaios de recebimento constituem-se em:

- a) ensaios de rotina (R);
- b) ensaios especiais (E).

6.1.1.2 Os ensaios de rotina (R) são feitos sobre todas as unidades de expedição (rolos ou carretéis), com a finalidade de demonstrar a integridade do cabo.

6.1.1.3 Os ensaios de rotina (R) solicitados por esta Norma são:

- a) ensaio de resistência elétrica, conforme 6.3.1;
- b) ensaio de centelhamento, conforme 6.3.5;
- c) ensaio de tensão elétrica, conforme 6.3.2;
- d) ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme 6.3.3.

6.1.1.4 Todas as veias devem ser submetidas aos ensaios de rotina. O ensaio de centelhamento, por ser de caráter preventivo, pode ser adotado ou não, a critério do fabricante.

6.1.1.5 Os ensaios especiais (E) são feitos em amostras de cabo completo, ou em componentes retirados delas, conforme critério de amostragem estabelecido em 6.1.1.7 a 6.1.1.9, com a finalidade de verificar se o cabo atende às especificações do projeto.

6.1.1.6 As verificações e os ensaios especiais (E) solicitados por esta Norma são:

- a) verificação da construção do cabo, conforme 5.1 a 5.7;
- b) ensaios de tração na isolação, antes e após o envelhecimento, conforme 6.3.7;
- c) ensaio de determinação do teor de negro-de-fumo, conforme 5.4;
- d) ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme 6.3.3.

6.1.1.7 Os ensaios especiais devem ser feitos para ordens de compra que excedam 4 km de cabos de mesma seção e construção. Para ordem de compra com vários itens de mesma construção e os mesmos materiais componentes, apenas com seções diferentes, os ensaios especiais podem ser realizados em um único item, preferencialmente o de maior comprimento. Para ordens de compra com comprimentos de cabos inferiores ao acima estabelecido, o fabricante deve fornecer, quando solicitado, um certificado em que conste que o cabo cumpre os requisitos dos ensaios especiais desta Norma.

6.1.1.8 A quantidade de amostras requerida deve estar conforme a tabela A.4 do anexo A.

6.1.1.9 A amostra deve ser constituída por dois comprimentos suficientes de cabo, retirados das extremidade de unidades quaisquer de expedição, após ter sido eliminada, se necessário, qualquer porção do cabo que tenha sofrido danos. O ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente pode ser feito na unidade de expedição.

6.1.2 Ensaio de tipo (T)

6.1.2.1 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 do projeto do cabo que possa alterar o seu desempenho.

NOTA - Para os efeitos desta Norma, entende-se por modificação do projeto do cabo qualquer variação construtiva ou de tecnologia que possa influir diretamente no desempenho elétrico e/ou mecânico do cabo, como, por exemplo, modificações nos seus materiais e componentes.

6.1.2.2 Estes ensaios devem ser realizados, de modo geral, uma única vez, para cada projeto de cabo.

6.1.2.3 Após a realização dos ensaios de tipo, deve ser emitido um certificado pelo fabricante ou por entidade reconhecida por fabricante e comprador.

6.1.2.4 A validade do certificado, emitido conforme 6.1.2.3, condiciona-se à emissão de um documento de sua aprovação por parte do comprador. Este documento só pode ser utilizado pelo fabricante, para outros compradores, com autorização do emitente.

6.1.2.5 Os ensaios de tipo (T), elétricos, solicitados por esta Norma são:

- a) ensaio de resistência elétrica, conforme 6.3.1;
- b) ensaio de tensão elétrica, conforme 6.3.2;
- c) ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente, conforme 6.3.3;
- d) ensaio de resistência de isolamento à temperatura de operação, conforme 6.3.4;
- e) ensaio de tensão elétrica de longa duração, conforme 6.3.6.

6.1.2.6 O corpo-de-prova deve ser constituído por um comprimento de 10 m a 15 m de cabo completo. São recomendados o cabo de dois condutores de fase e um condutor neutro, ambos de seção de 16 mm², e o cabo de três condutores de fase de seção 120 mm² e um condutor neutro de seção 70 mm². Outras formações podem ser escolhidas mediante acordo prévio entre fabricante e comprador.

6.1.2.7 Estes ensaios devem ser realizados conforme a seqüência de 6.1.2.5.

6.1.2.8 As verificações e os ensaios de tipo (T), não elétricos, solicitados por esta Norma são:

- a) verificação da construção do cabo, conforme 5.1 a 5.7;
- b) ensaios físicos da isolação, conforme 6.3.7;
- c) ensaios físicos da isolação após envelhecimento artificial em câmara UV, conforme 6.3.8.

6.1.2.9 Deve-se utilizar um comprimento suficiente de cabo completo, retirado dos mesmos lotes de fabricação utilizados para os ensaios de tipo elétricos.

6.1.3 Ensaio de controle

6.1.3.1 Estes ensaios são realizados normalmente pelo fabricante, com periodicidade adequada, em matéria-prima e semi-elaborados, bem como durante a produção do cabo e após a sua fabricação, com o objetivo de assegurar que os materiais e processos utilizados atendam aos requisitos de projeto cobertos por esta Norma.

6.1.3.2 Todos os ensaios elétricos e não elétricos previstos por esta Norma compreendem o elenco de ensaios de controle disponíveis ao fabricante que, a seu critério e necessidade, os utiliza para determinada ordem de compra ou lote de produção.

6.1.3.3 Após a realização dos ensaios de controle, os resultados devem ser registrados adequadamente pelo fabricante, sendo parte integrante de seu sistema de garantia da qualidade. Esta documentação deve estar disponível ao comprador em caso de auditoria de sistema ou de produto.

6.1.3.4 Os ensaios de controle podem substituir os ensaios de recebimento, desde que o fornecedor tenha o seu sistema da qualidade certificado pelo comprador ou por organismo de certificação credenciado.

6.2 Condições gerais de inspeção

6.2.1 Todos os ensaios de recebimento e verificações devem ser executados nas instalações do fabricante, devendo ser fornecidos ao inspetor todos os meios que lhe permitam verificar se o produto está de acordo com esta Norma.

6.2.2 Os ensaios de tipo (T) podem ser executados em laboratórios independentes, reconhecidos pelo comprador.

6.2.3 No caso de ser dispensada a inspeção pelo comprador, o fabricante deve fornecer, quando solicitado, cópia dos resultados dos ensaios de rotina e especiais e certificado dos ensaios de tipo, de acordo com os requisitos desta Norma.

6.2.4 Todos os ensaios previstos por esta Norma devem ser realizados às expensas do fabricante.

6.2.5 Quando os ensaios de tipo forem solicitados pelo comprador para uma determinada ordem de compra, o corpo-de-prova, previsto em 6.1.2.6 ou 6.1.2.9, deve ser retirado de uma unidade qualquer de expedição.

6.2.6 Quando os ensaios de tipo, já certificados pelo fabricante, forem solicitados pelo comprador para uma determinada ordem de compra, o importe destes deve ser objeto de acordo comercial.

6.3 Descrição dos ensaios e seus requisitos

6.3.1 Ensaio de resistência elétrica (R e T)

6.3.1.1 A resistência elétrica dos condutores de fase, referida a 20°C e a um comprimento de 1 km, não deve ser superior aos valores estabelecidos na NBR NM 280, para condutores de cobre ou alumínio.

6.3.1.2 A resistência elétrica do condutor neutro, referida a 20°C e a um comprimento de 1 km, não deve ser superior aos valores estabelecidos nas normas citadas em 5.2.3 para cada tipo de material e formação do condutor. No caso de neutro, quando não isolado, o ensaio de resistência elétrica deve ser realizado em amostra de comprimento suficiente, retirada da bobina ou rolo.

6.3.1.3 O ensaio deve ser realizado conforme NBR 6814.

6.3.2 Ensaio de tensão elétrica (R e T)

6.3.2.1 O cabo, quando submetido à tensão elétrica alternada, frequência 48 Hz a 62 Hz, de valor 4 kV, não deve apresentar perfuração.

6.3.2.2 O tempo de aplicação da tensão elétrica deve ser de 5 min.

6.3.2.3 Os cabos com condutor neutro de sustentação isolado, devem ser ensaiados em água. O tempo de imersão, antes do ensaio, não deve ser inferior a 1 h e a tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor isolado e a água.

6.3.2.4 Os cabos com condutor neutro de sustentação não isolado devem ser ensaiados a seco. A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor de fase e todos os outros condutores curto-circuitados e aterrados.

6.3.2.5 Em alternativa, o ensaio de tensão elétrica pode ser efetuado com tensão elétrica contínua de valor igual a 9,6 kV.

6.3.2.6 O ensaio deve ser realizado conforme NBR 6881.

6.3.3 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura ambiente (E e T)

6.3.3.1 A resistência de isolamento das veias, referida a 20°C e a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a seguinte equação:

$$R_i = K_i \cdot \log (D/d)$$

onde:

R_i é a resistência de isolamento, em mega-ohms vezes quilômetros;

K_i é a constante de isolamento, igual a 12 000 M Ω x km para isolação em PE e 3 700 M Ω x km para isolação em XLPE;

D é o diâmetro nominal sobre a isolação, em milímetros;

d é o diâmetro nominal sob a isolação, em milímetros.

6.3.3.2 A medição da resistência de isolamento deve ser feita com tensão elétrica contínua, de valor 300 V a 500 V, aplicada por tempo mínimo de 1 min e máximo de 5 min.

6.3.3.3 As conexões do cabo ao instrumento de medição devem ser realizadas de acordo com o indicado para ensaio de tensão elétrica (ver 6.3.2), conforme o tipo de construção do cabo.

6.3.3.4 O ensaio de resistência de isolamento deve ser realizado após o ensaio de tensão elétrica, conforme 6.3.2. No caso de o ensaio de 6.3.2 ter sido realizado com a tensão elétrica contínua, a medição da resistência de isolamento deve ser feita 24 h após os condutores terem sido curto-circuitados entre si e com a terra.

6.3.3.5 Quando a medição da resistência de isolamento for realizada em temperatura do meio diferente de 20°C, o valor obtido deve ser referido a esta temperatura, utilizando-se os fatores de correção dados na tabela A.5. O fabricante deve fornecer previamente o coeficiente por °C.

6.3.3.6 O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 6813.

6.3.3.7 Quando este ensaio for realizado como ensaio de tipo, a medição da resistência de isolamento deve ser feita com o corpo-de-prova constituído por veia de comprimento mínimo de 5 m imersa em água, pelo menos 1 h antes do ensaio.

6.3.4 Ensaio de resistência de isolamento à temperatura máxima de operação (T)

6.3.4.1 A resistência de isolamento das veias à temperatura de 70°C \pm 2°C para isolação de PE e 90°C \pm 2°C para isolação de XLPE, referida a um comprimento de 1 km, não deve ser inferior ao valor calculado com a equação dada em 6.3.3.1, tomando-se a constante de isolamento $K_i = 12 \text{ M}\Omega \times \text{km}$ para isolação em PE e $K_i = 3,7 \text{ M}\Omega \times \text{km}$ para isolação em XLPE.

6.3.4.2 A temperatura no condutor deve ser obtida pela imersão do corpo-de-prova em água. O corpo-de-prova deve ser mantido na água pelo menos por 2 h, à temperatura especificada, antes de efetuar-se a medição.

6.3.4.3 A medição da resistência de isolamento deve ser feita com tensão elétrica contínua, de valor 300 V a 500 V, aplicada por um tempo mínimo de 1 min e máximo de 5 min.

6.3.4.4 O comprimento mínimo do corpo-de-prova deve ser de 5 m.

6.3.4.5 O ensaio deve ser executado conforme NBR 6813.

6.3.5 Ensaio de centelhamento (R)

6.3.5.1 Os valores da tensão de ensaio são dados na tabela A.2.

6.3.5.2 O ensaio de centelhamento deve ser realizado antes do processo de reunião das veias.

6.3.5.3 O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 10537.

6.3.6 Ensaio de tensão elétrica de longa duração (T)

6.3.6.1 O cabo, quando submetido à tensão elétrica alternada, frequência 48 Hz a 62 Hz, de valor de 10 kV, não deve apresentar perfuração.

6.3.6.2 O tempo de aplicação da tensão elétrica deve ser de 30 min.

6.3.6.3 O ensaio deve ser efetuado em um corpo-de-prova constituído por um comprimento mínimo de 5 m de cabo completo.

6.3.6.4 O ensaio deve ser realizado com o corpo-de-prova imerso em água, por um tempo não inferior a 24 h antes do ensaio. A tensão elétrica deve ser aplicada entre cada condutor isolado e a água.

6.3.6.5 O ensaio deve ser realizado conforme a NBR 6881.

6.3.7 Ensaios físicos nos componentes do cabo (E e T)

Os ensaios físicos nos componentes são indicados na NBR 6251, com os respectivos métodos de ensaio e requisitos, complementados pelo ensaio de verificação de teor de negro-de-fumo, conforme 5.4.

6.3.8 Ensaios físicos da isolação após envelhecimento artificial em câmara UV

6.3.8.1 Este requisito é aplicável à isolação de cabos de camada única com coloração diferente de preto e à isolação de cabos de dupla camada.

6.3.8.2 Os corpos-de-prova devem ser submetidos às condições de ensaio por 2 000 h.

6.3.8.3 Após o tempo de exposição especificado, os corpos-de-prova não devem apresentar variação de alongamento à ruptura e de tração à ruptura superior a 25%, em relação aos seus respectivos valores originais.

6.3.8.4 O ensaio deve ser realizado conforme a metodologia e as condições descritas na ASTM G 155 (Método A) ou na NBR 9512. Os corpos-de-prova para os ensaios mecânicos devem ser retirados, após o envelhecimento, da face exposta à radiação, o mais próximo possível da superfície externa. Os corpos-de-prova devem ser preparados conforme NBR NM-IEC 60811-1-1.

NOTA - Quando não for possível preparar o corpo-de-prova preservando a camada colorida, de comum acordo entre fabricante e comprador, pode ser definido um outro método para elaboração dos ensaios.

6.3.8.5 Constitui falha o não atendimento ao prescrito em 6.3.8.3.

7 Aceitação e rejeição

7.1 Inspeção visual

7.1.1 Antes de qualquer ensaio, deve ser realizada uma inspeção visual sobre todas as unidades de expedição, para verificação das condições estabelecidas em 4.5 e 5.6, aceitando-se somente as unidades que satisfizerem os requisitos desta Norma.

7.1.2 Podem ser rejeitadas, de forma individual, a critério do comprador, as unidades de expedição que não cumprirem as condições estabelecidas em 4.5 e 5.6.

7.2 Ensaios de recebimento

7.2.1 Ensaios de rotina

7.2.1.1 Sobre todas as unidades de expedição que tenham cumprido o estabelecido em 7.1 devem ser aplicados os ensaios de rotina dados em 6.1.1.3, aceitando-se somente as unidades que satisfizerem os requisitos especificados.

7.2.1.2 Podem ser rejeitadas, de forma individual e a critério do comprador, as unidades de expedição que não cumprirem os requisitos especificados.

7.2.1.3 Para a inspeção podem ser adotados dois procedimentos:

- a) acompanhamento por parte do inspetor dos ensaios de rotina realizados pelo fabricante;
- b) adoção de amostragem, por ocasião da apresentação do lote para inspeção final, segundo critérios estabelecidos em comum acordo entre fabricante e comprador por ocasião da confirmação da ordem de compra. Caso não seja definido o plano de amostragem, adotar regime de inspeção normal, nível de inspeção II, amostragem dupla e NQA 4%, conforme a tabela A.5, elaborada com base na NBR 5426. A aceitação destes procedimentos não exime o fabricante de apresentar o relatório dos ensaios de rotina.

7.2.2 Ensaios especiais

7.2.2.1 Sobre as amostras obtidas conforme critério estabelecido em 6.1.1.7 a 6.1.1.9 devem ser aplicados os ensaios especiais estabelecidos em 6.1.1.6. Devem ser aceitos os lotes que satisfizerem os requisitos especificados.

7.2.2.2 Se nos ensaios especiais, com exceção do previsto em 6.1.1.6-a), resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, o lote do qual foi retirada a amostra pode ser rejeitado, a critério do comprador.

7.2.2.3 Nos ensaios de verificação da construção do cabo, previstos em 6.1.1.6-a), se resultarem valores que não satisfaçam os requisitos especificados, dois novos comprimentos suficientes de cabo devem ser retirados das mesmas unidades de expedição e novamente efetuados os ensaios para os quais a amostra precedente foi insatisfatória. Os requisitos devem resultar satisfatórios, em ambos os comprimentos de cabo; em caso contrário, o lote do qual foi retirada a amostra pode ser rejeitado, a critério do comprador.

7.3 Recuperação de lotes para inspeção

O fabricante pode recompor um novo lote, por uma única vez, submetendo-o a uma nova inspeção após terem sido eliminadas as unidades de expedição defeituosas. Em casos de nova rejeição, são aplicáveis as cláusulas contratuais pertinentes.

Anexo A (normativo)

Tabelas

**Tabela A.1 - Condutor encordoado de alumínio duro e alumínio-liga
Condutor neutro de sustentação (CA ou CAL)**

Seção nominal mm ²	Formação	
	Número de fios	Diâmetro nominal do fio mm
6	_1)	_1)
10	7	1,36
16	7	1,70
25	7	2,06
35	7	2,50
50	7	3,00
70	7	3,45
95	7	4,12
95	19	2,50
120	19	2,90
150	19	3,25
185	19	3,55
240	19	4,00

¹⁾ A ser definida entre comprador e fabricante.

Tabela A.2 - Espessuras da isolação e valores de tensão de ensaio de centelhamento

Seção nominal (condutor de fase/neutro) mm ²	Espessura da isolação mm	Tensão de ensaio de centelhamento kV	
		c.a.	c.c.
6	1,20	10,0	16,5
10	1,20	10,0	16,5
16	1,20	10,0	16,5
25	1,40	12,5	21,0
35	1,60	15,0	24,0
50	1,60	15,0	24,0
70	1,80	15,0	24,0
95	2,00	15,0	24,0
120	2,00	15,0	24,0
150	2,20	15,0	24,0
185	2,20	15,0	24,0
240	2,40	17,5	30,0

Tabela A.3 - Critério de amostragem para ensaios especiais

Comprimento km		Tamanho da amostra
Acima de	Até inclusive	
4	10	1
10	20	2
20	30	3
30	40	4
40	50	5

NOTA - Para ordens de compra com comprimentos de cabos superiores, o número de unidades adicionais da amostra pode ser previamente estabelecido na ordem de compra. Caso não seja estabelecido, deve-se tomar uma unidade a cada 10 km adicionais.

Tabela A.4 - Planos de amostragem para ensaios de rotina – Regime de inspeção normal conforme a NBR 5426

Nível de inspeção	II			
Amostragem	Dupla			
NQA	4%			
Tamanho do lote ¹⁾	Amostra		Ac ⁴⁾	Re ⁵⁾
	Tam. ²⁾	Seq. ³⁾		
Até 25	3	-	0	1
26 a 90	8	1	0	2
	8	2	1	2
91 a 150	13	1	0	3
	13	2	3	4
151 a 280	20	1	1	4
	20	2	4	5

¹⁾ Número de bobinas.
²⁾ Tamanho da amostra.
³⁾ Seqüência da amostra.
⁴⁾ Ac = número de unidades defeituosas (ou falhas) que ainda permite aceitar o lote.
⁵⁾ Re = número de unidades defeituosas (ou falhas) que implica a rejeição do lote.

Tabela A.5 - Fatores para correção da resistência de isolamento em função da temperatura

Temperatura °C	Coeficiente/°C								
	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
5	0,42	0,36	0,32	0,27	0,24	0,21	0,18	0,16	0,14
6	0,44	0,39	0,34	0,30	0,26	0,23	0,20	0,18	0,16
7	0,47	0,41	0,37	0,33	0,29	0,26	0,23	0,20	0,18
8	0,50	0,44	0,40	0,36	0,32	0,29	0,26	0,23	0,21
9	0,53	0,48	0,43	0,39	0,35	0,32	0,29	0,26	0,24
10	0,56	0,51	0,46	0,42	0,39	0,35	0,32	0,29	0,27
11	0,59	0,54	0,50	0,46	0,42	0,39	0,36	0,33	0,31
12	0,63	0,58	0,54	0,50	0,47	0,43	0,40	0,38	0,35
13	0,67	0,62	0,58	0,55	0,51	0,48	0,45	0,43	0,40
14	0,70	0,67	0,63	0,60	0,56	0,53	0,51	0,48	0,46
15	0,75	0,71	0,68	0,65	0,62	0,59	0,57	0,54	0,52
16	0,79	0,76	0,74	0,71	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59
17	0,84	0,82	0,79	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67
18	0,89	0,87	0,86	0,84	0,83	0,81	0,80	0,78	0,77
19	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,88
20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
21	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14
22	1,12	1,14	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,28	1,30
23	1,19	1,23	1,26	1,30	1,33	1,37	1,40	1,44	1,48
24	1,26	1,31	1,36	1,41	1,46	1,52	1,57	1,63	1,69
25	1,34	1,40	1,47	1,54	1,61	1,69	1,76	1,84	1,93
26	1,42	1,50	1,59	1,68	1,77	1,87	1,97	2,08	2,19
27	1,50	1,61	1,71	1,83	1,95	2,08	2,21	2,35	2,50
28	1,59	1,72	1,85	1,99	2,14	2,30	2,48	2,66	2,85
29	1,69	1,84	2,00	2,17	2,36	2,56	2,77	3,00	3,25
30	1,79	1,97	2,16	2,37	2,59	2,84	3,11	3,39	3,71
31	1,90	2,10	2,33	2,58	2,85	3,15	3,48	3,84	4,23
32	2,01	2,25	2,52	2,81	3,14	3,50	3,90	4,33	4,82
33	2,13	2,41	2,72	3,07	3,45	3,88	4,36	4,90	5,49
34	2,26	2,58	2,94	3,34	3,80	4,31	4,89	5,53	6,26
35	2,40	2,76	3,17	3,64	4,18	4,78	5,47	6,25	7,14
36	2,54	2,95	3,43	3,97	4,59	5,31	6,13	7,07	8,14
37	2,69	3,16	3,70	4,33	5,05	5,90	6,87	7,99	9,28
38	2,85	3,38	4,00	4,72	5,56	6,54	7,69	9,02	10,58
39	3,03	3,62	4,32	5,14	6,12	7,26	8,61	10,20	12,06
40	3,21	3,87	4,66	5,60	6,73	8,06	9,65	11,52	13,74

Anexo B (normativo)
Capacidade de condução de corrente: critérios de cálculo e tabelas

B.1 Introdução

Para o cálculo da capacidade de condução de corrente foi utilizada a NBR 11301.

B.2 Condições utilizadas nos cálculos

- carga equilibrada;
- material do condutor: cobre e alumínio;
- material da cobertura: PE/XLPE;
- intensidade da radiação solar: 1 000 W/m²;
- temperatura ambiente: 30°C e 40°C;
- velocidade do vento: nula
- temperatura máxima do condutor: 70°C a 90°C;
- resistividade da cobertura: 3,5 mK/W;
- coeficiente de absorção do material da cobertura: 0,4.

B.3 Tabelas de capacidade de condução de corrente

Ver tabelas B.1 a B.6.

**Tabela B.1 - Capacidade de condução de corrente
para cabos duplex com condutor em
cobre e para temperaturas no condutor
em regime permanente de 70°C e 90°C**

Seção nominal mm ²	Capacidade de condução de corrente - Cobre/duplex A			
	Temperatura ambiente 30°C		Temperatura ambiente 40°C	
	70°C	90°C	70°C	90°C
6	55	71	45	63
10	75	96	60	85
16	98	126	79	112
25	130	168	105	148
35	161	207	129	183
50	195	251	155	222
70	246	319	196	281
95	305	395	242	348
120	355	461	281	405
150	406	528	322	465
185	469	611	371	537
240	560	730	442	641

Tabela B.2 - Capacidade de condução de corrente para cabos triplex com condutor em cobre e para temperaturas no condutor em regime permanente de 70°C e 90°C

Seção nominal mm ²	Capacidade de condução de corrente - Cobre/triplex A			
	Temperatura ambiente 30°C		Temperatura ambiente 40°C	
	70°C	90°C	70°C	90°C
6	46	60	36	53
10	62	81	49	71
16	82	107	64	94
25	108	142	85	125
35	134	176	104	154
50	161	213	125	186
70	204	270	157	235
95	251	333	193	291
120	291	387	223	338
150	332	444	254	386
185	381	510	290	444
240	451	606	342	527

Tabela B.3 - Capacidade de condução de corrente para cabos quadruplex com condutor em cobre e para temperaturas no condutor em regime permanente de 70°C e 90°C

Seção nominal mm ²	Capacidade de condução de corrente - Cobre/quadruplex A			
	Temperatura ambiente 30°C		Temperatura ambiente 40°C	
	70°C	90°C	70°C	90°C
6	36	49	27	42
10	49	66	37	58
16	65	88	49	76
25	88	119	66	103
35	110	149	82	129
50	134	182	100	157
70	171	233	127	202
95	214	292	158	252
120	249	341	184	294
150	287	393	211	339
185	331	454	243	392
240	394	542	288	468

Tabela B.4 - Capacidade de condução de corrente para cabos duplex com condutor em alumínio e para temperaturas no condutor em regime permanente de 70°C e 90°C

Seção nominal mm ²	Capacidade de condução de corrente - Alumínio/duplex A			
	Temperatura ambiente 30°C		Temperatura ambiente 40°C	
	70°C	90°C	70°C	90°C
10	57	74	46	65
16	76	98	61	86
25	101	130	81	115
35	125	161	100	142
50	151	195	121	172
70	191	248	152	218
95	236	306	188	270
120	276	358	219	315
150	315	409	250	360
185	365	474	289	417
240	436	567	344	499

Tabela B.5 - Capacidade de condução de corrente para cabos triplex com condutor em alumínio e para temperaturas no condutor em regime permanente de 70°C a 90°C

Seção nominal mm ²	Capacidade de condução de corrente - Alumínio/triplex A			
	Temperatura ambiente 30°C		Temperatura ambiente 40°C	
	70°C	90°C	70°C	90°C
10	48	63	38	55
16	63	83	50	73
25	84	111	66	97
35	104	136	81	119
50	125	165	97	144
70	158	209	122	183
95	195	259	150	226
120	226	301	174	263
150	258	345	197	300
185	298	398	227	347
240	354	475	269	413

Tabela B.6 - Capacidade de condução de corrente para cabos quadruplex com condutor em alumínio e para temperaturas no condutor em regime permanente de 70°C e 90°C

Seção nominal mm ²	Capacidade de condução de corrente - Alumínio/quadruplex A			
	Temperatura ambiente 30°C		Temperatura ambiente 40°C	
	70°C	90°C	70°C	90°C
10	38	51	29	44
16	51	68	38	59
25	68	93	51	80
35	85	116	64	100
50	104	141	77	122
70	133	181	99	157
95	166	226	123	196
120	194	265	143	229
150	224	306	164	264
185	259	355	190	306
240	310	426	227	368

