



Cabo óptico com núcleo dielétrico e proteção metálica para aplicação em linhas de dutos — Especificação

APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto de Revisão foi elaborado pela Comissão de Estudo de Cabos de Fibras Ópticas (CE-003:086.001) do Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), nas reuniões de:

| | | |
|------------|--|--|
| 28.11.2019 | | |
|------------|--|--|

a) é previsto para cancelar e substituir a ABNT NBR 15108:2004, 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.



Cabo óptico com núcleo dielétrico e proteção metálica para aplicação em linhas de dutos — Especificação

Dielectric core and metallic armour optical fiber cable for duct installation — 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 15108 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003), pela Comissão de Estudo de Cabos de Fibras Ópticas (CE-003:086.001). O Projeto de Revisão circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

A ABNT NBR 15108:2020 cancela e substitui a ABNT NBR 15108:2004, a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 15108 é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the requirements to manufacture dielectric core and metallic armor protection optical cables for duct installation.

These cables are recommended for underground installation in ducts. These cables are recommended for backbones, subscribers and special networks where cables with more than 72F are recommended for access application.



Cabo óptico com núcleo dielétrico e proteção metálica para aplicação em linhas de dutos — Especificação

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos para a fabricação dos cabos ópticos com núcleo dielétrico e proteção metálica, para instalações subterrâneas.

Estes cabos são indicados preferencialmente para instalação subterrânea aplicados em linhas de dutos. Estes cabos são indicados para redes de entroncamentos, redes de assinantes e redes especiais.

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 7310, *Armazenamento, transporte e utilização de bobinas com fios, cabos ou cordoalhas de aço*

ABNT NBR 9129, *Cabos para telecomunicações – Verificação da continuidade elétrica da blindagem – Método de ensaio*

ABNT NBR 9136, *Cabos ópticos e telefônicos – Ensaio de penetração de umidade – Método de ensaio*

ABNT NBR 9140, *Cabos ópticos e fios e cabos telefônicos – Ensaio de comparação de cores – Método de ensaio*

ABNT NBR 9143, *Fios e cabos telefônicos – Ensaio de contração – Método de ensaio*

ABNT NBR 9149, *Cabos telefônicos – Ensaio de escoamento do composto de enchimento – Método de ensaio*

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

ABNT NBR 13486, *Fibras ópticas – Terminologia*

ABNT NBR 13487, *Fibra óptica tipo multimodo índice gradual – Especificação*

ABNT NBR 13488, *Fibra óptica tipo monomodo de dispersão normal – Especificação*

ABNT NBR 13491, *Fibras ópticas – Determinação da atenuação óptica – Método de ensaio*

ABNT NBR 13502, *Fibras ópticas – Verificação da uniformidade da atenuação óptica – Método de ensaio*

ABNT NBR 13507, *Cabos ópticos – Compressão – Método de ensaio*

ABNT NBR 13508, *Cabos ópticos – Ensaio de curvatura*



ABNT NBR 13509, *Cabos ópticos – Ensaio de impacto*

ABNT NBR 13510, *Cabos ópticos – Ciclo térmico – Método de ensaio*

ABNT NBR 13512, *Cabos ópticos – Ensaio de tração em cabos ópticos e determinação da deformação da fibra óptica – Método de ensaio*

ABNT NBR 13513, *Cabos ópticos – Ensaio de torção*

ABNT NBR 13514, *Cabos ópticos – Ensaio de flexão alternada*

ABNT NBR 13517, *Cabos ópticos – Ensaio de abrasão – Método de ensaio*

ABNT NBR 13518, *Cabos ópticos – Dobramento – Método de ensaio*

ABNT NBR 13520, *Fibras ópticas – Determinação da variação da atenuação óptica – Método de ensaio*

ABNT NBR 13975, *Fibras ópticas – Determinação da força de extração do revestimento – Método de ensaio*

ABNT NBR 13977, *Cabos ópticos – Determinação do tempo de indução oxidativa (OIT) – Método de ensaio*

ABNT NBR 13990, *Cabo óptico subterrâneo – Determinação do desempenho, quando submetido à vibração – Método de ensaio*

ABNT NBR 14076, *Cabos ópticos – Determinação do comprimento de onda de corte*

ABNT NBR 14104, *Amostragem e inspeção em fábrica de cabos e cordões ópticos – Procedimento*

ABNT NBR 14584, *Cabo óptico com proteção metálica para instalações subterrâneas – Verificação da suscetibilidade a danos provocados por descarga atmosférica – Método de ensaio*

ABNT NBR 14589, *Cabo óptico com proteção metálica para instalações subterrâneas – Determinação da capacidade de drenagem de corrente – Método de ensaio*

ABNT NBR 14604, *Fibras ópticas tipo monomodo de dispersão deslocada e não nula – Especificação*

ABNT NBR 14775, *Cabos ópticos – Resistência à ação de roedores – Método de ensaio*

ABNT NBR 16028, *Fibra óptica tipo monomodo com baixa sensibilidade a curvatura (BLI) – Especificação*

ABNT NBR NM IEC 60811-1-1, *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 60811-1-4, *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*

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 13486 e os seguintes.

3.1

cabo óptico com núcleo dielétrico e proteção metálica

conjunto constituído por fibras ópticas monomodo ou multimodo de índice gradual, revestidas em acrilato, com elemento(s) de proteção da(s) unidade(s) básica(s), elemento de tração, eventuais enchiamentos, núcleo dielétrico resistente à penetração e propagação de umidade, proteção metálica e revestimento externo de material termoplástico

3.2

material hidroexpansível

material que apresenta um acréscimo de volume à medida que absorve água

3.3

proteção metálica

componente do cabo, aplicado sobre o núcleo ou revestimento interno, quando existir, destinado a fornecer proteção mecânica contra o ataque de roedores

3.4

unidade básica

menor conjunto de fibras ópticas agrupadas, identificado inequivocamente, que pode ser delimitado por uma amarração, micromódulo ou tubo *loose*

4 Requisitos gerais

4.1 Generalidades

Na fabricação dos cabos ópticos para aplicação subterrânea em duto e aérea espinada, devem ser observados processos de modo que os cabos prontos satisfaçam os requisitos técnicos fixados nesta Norma.

4.2 Designação

Os cabos ópticos com núcleo dielétrico e proteção metálica para aplicação em linhas de dutos são designados pelo seguinte código:

CFOA – X – Y – W – Z – I

onde

CFOA é o cabo de fibras ópticas revestidas em acrilato;

X é o tipo de fibras ópticas, conforme a Tabela 1;

Y é a aplicação do cabo e formação do núcleo, conforme a Tabela 2;

W é a barreira à penetração de umidade no cabo, conforme a Tabela 3;

Z é o número de fibras ópticas, conforme a Tabela 4;

NOTA Outras quantidades de fibras por cabo podem ser adotadas, sendo objeto de acordo entre o comprador e o fornecedor.

I é a classe de corrente devido à descarga atmosférica, conforme a Tabela 5.



Tabela 1 – Tipo de fibra óptica

| Tipo | X |
|---|-----|
| Multimodo | MM |
| Monomodo de baixa sensibilidade à curvatura | BLI |
| Monomodo de dispersão normal | SM |
| Monomodo de dispersão deslocada e não nula | NZD |

Tabela 2 – Aplicação do cabo e formação do núcleo

| Aplicação | Formação do núcleo | Y |
|--|--------------------|------|
| Cabo com proteção metálica para aplicação em linhas de dutos | Tubos encordoados | ARD |
| | Tubo único | ARDU |

Tabela 3 – Tipo de barreira à penetração de umidade

| Tipo | W |
|---|----|
| Núcleo preenchido com composto não higroscópico (geleado) | G |
| Núcleo protegido com material hidroexpansível (seco) | S |
| Núcleo e unidades básicas protegidos com material hidroexpansível (secos) | TS |

Tabela 4 – Número de fibras ópticas

| Número de fibras ópticas Z | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 18 | 24 | 30 | 36 | 48 | 60 | 72 |
| 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 | 156 | 168 | 180 | 192 | 204 | 216 | 228 |
| 240 | 252 | 264 | 276 | 288 | 312 | 336 | 360 | 384 | 408 | 432 | 456 | 468 |
| 480 | 504 | 528 | 540 | 552 | 576 | 600 | 624 | | | | | |

Tabela 5 – Classe de corrente por descarga atmosférica

| Classe de corrente | I |
|--|---|
| Não aplicável | 0 |
| 55 kA | 1 |
| 80 kA | 2 |
| 105 kA | 3 |
| Outros níveis de descarga atmosférica acordadas entre o comprador e o fornecedor | 4 |

4.3 Materiais do cabo

Os materiais utilizados na fabricação do cabo devem ser compatíveis entre si.

4.4 Fibras ópticas

4.4.1 As fibras ópticas tipo multimodo índice gradual utilizadas na fabricação dos cabos devem estar conforme a ABNT NBR 13487.

4.4.2 As fibras ópticas tipo monomodo de dispersão normal utilizadas na fabricação dos cabos devem estar conforme a ABNT NBR 13488.

4.4.3 As fibras ópticas tipo monomodo de baixa sensibilidade à curvatura utilizadas na fabricação dos cabos devem estar conforme a ABNT NBR 16028.

4.4.4 As fibras ópticas tipo monomodo de dispersão deslocada e não nula utilizadas na fabricação dos cabos devem estar conforme a ABNT NBR 14604.

4.4.5 Não são permitidas emendas nas fibras ópticas durante o processo de fabricação do cabo.

4.5 Formação do núcleo

4.5.1 O núcleo deve ser constituído por unidades básicas.

4.5.2 Os cabos ópticos devem ser fabricados com unidades básicas de duas, quatro, seis, oito, 12, 16, 24, 36 ou 48 fibras ópticas.

4.5.3 As unidades básicas devem ser dispostas em elementos de proteção adequados, de modo a atender aos requisitos especificados nesta Norma.

4.5.4 Os elementos de proteção podem ser constituídos por tubos de material polimérico encordoados em uma ou mais coroas, ou de forma longitudinal.

4.5.5 Os elementos de proteção encordoados devem ser reunidos com passo e sentido escolhidos pelo fabricante, de modo a satisfazer as características previstas nesta Norma.

4.5.6 Podem ser colocados enchimentos de material polimérico compatível com os demais materiais do cabo, a fim de formar um núcleo cilíndrico.

4.5.7 No caso de cabos ópticos constituídos por elementos de proteção encordoados dispostos em mais de uma coroa, opcionalmente estas coroas podem ser separadas por fitas, a fim de facilitar a sua identificação.

4.5.8 O núcleo pode ser constituído por um único elemento de proteção central de material polimérico.

4.5.9 É recomendado que cabos ópticos compostos por elementos de proteção encordoados de até 12 fibras ópticas sejam constituídos por unidades básicas, onde cada unidade pode conter duas ou seis fibras ópticas.

4.5.10 Para os cabos ópticos de 18 a 36 fibras ópticas constituídos por unidades básicas, é recomendado que cada unidade contenha seis ou 12 fibras ópticas.



4.5.11 Para os cabos ópticos de 48 a 288 fibras ópticas constituídos por unidades básicas, é recomendado que cada unidade contenha 12 ou 24 fibras ópticas.

4.5.12 Para os cabos ópticos superiores a 288 fibras ópticas, constituídos por unidades básicas, é recomendado que cada unidade contenha 24, 36 ou 48 fibras ópticas.

4.6 Identificação das unidades básicas e das fibras ópticas

4.6.1 A identificação das unidades básicas deve ser conforme a Tabela 6. Para os cabos ópticos constituídos por mais de uma coroa de elementos de proteção encordoados, se a identificação for do tipo “piloto e direcional”, o indicado na Tabela 6 é aplicável a cada coroa individualmente.

Tabela 6 – Identificação das unidades básicas (continua)

| Unidade básica | Código de cores | Piloto e direcional |
|----------------|-----------------------------|---------------------|
| 1 | Verde | Verde |
| 2 | Amarela | Amarela |
| 3 | Branca ou natural | Branca ou natural |
| 4 | Azul | Branca ou natural |
| 5 | Vermelha | Branca ou natural |
| 6 | Violeta | Branca ou natural |
| 7 | Marrom | Branca ou natural |
| 8 | Rosa | Branca ou natural |
| 9 | Preta | Branca ou natural |
| 10 | Cinza | Branca ou natural |
| 11 | Laranja | Branca ou natural |
| 12 | Água-marinha | Branca ou natural |
| 13 | Verde + uma listra preta | — |
| 14 | Amarela + uma listra preta | — |
| 15 | Branca + uma listra preta | — |
| 16 | Azul + uma listra preta | — |
| 17 | Vermelha + uma listra preta | — |
| 18 | Violeta + uma listra preta | — |
| 19 | Marrom + uma listra preta | — |
| 20 | Rosa + uma listra preta | — |
| 21 | Natural + uma listra preta | — |
| 22 | Cinza + uma listra preta | — |
| 23 | Laranja + uma listra preta | — |

Tabela 6 (conclusão)

| Unidade básica | Código de cores | Piloto e direcional |
|----------------|---------------------------------|---------------------|
| 24 | Água-marinha + uma listra preta | – |
| 25 | Verde + uma listra branca | – |
| 26 | Amarela + uma listra branca | – |

4.6.2 No caso de cabos ópticos constituídos por elementos de proteção encordoados dispostos em mais de uma coroa, a identificação das unidades básicas, piloto e direcional, a partir da segunda coroa, pode ser feita por meio de cores distintas do disposto na Tabela 6.

4.6.3 Identificação por códigos de cores de unidades básicas, amarrações e outros sistemas de identificação pode ser adotada, sendo objeto de acordo entre o comprador e o fornecedor.

4.6.4 A identificação das fibras ópticas deve ser feita utilizando cores conforme a Tabela 7, sendo recomendado que as cores das fibras ópticas apresentem tonalidade, luminosidade e saturação iguais ou mais elevadas que o valor do padrão Munsell mostrado na referida Tabela.

Tabela 7 – Cores das fibras ópticas

| Cor | Valor do padrão Munsell |
|--------------|-------------------------|
| Verde | 2,5 G 4/6 |
| Amarela | 2,5 Y 8/8 |
| Branca | N8,75 |
| Azul | 2,5 B 5/6 |
| Vermelha | 2,5 R 4/6 |
| Violeta | 2,5 P 4/6 |
| Marrom | 2,5 YR 3,5/6 |
| Rosa | 2,5 R 5/12 |
| Preta | N2 |
| Cinza | N5 |
| Laranja | 2,5 YR 6/14 |
| Água-marinha | 10 BG 5/4 a 8/4 |

4.6.5 Para unidades básicas com mais de 12 fibras ópticas, as demais fibras ópticas podem ser identificadas por anéis ou listras, ou outro meio. Quando necessário, é permitida a substituição da fibra óptica preta por uma incolor.

4.6.6 A fibra óptica tingida deve apresentar um colorido uniforme e contínuo, de fácil identificação, com um acabamento superficial liso, ao longo de todo o seu comprimento, conforme a ABNT NBR 9140.



4.7 Barreira à penetração de umidade do núcleo e dos elementos de proteção das unidades básicas

4.7.1 Os elementos de proteção das unidades básicas devem ser preenchidos com composto não higroscópico ou materiais hidroexpansíveis que assegurem o enchimento dos espaços intersticiais.

4.7.2 O núcleo do cabo óptico geleado deve ser preenchido com composto não higroscópico que assegure o enchimento dos espaços intersticiais e que limite a penetração e propagação de umidade no interior do cabo.

4.7.3 O núcleo do cabo óptico seco deve ser protegido com materiais hidroexpansíveis, de forma a assegurar a sua resistência à penetração de umidade.

4.7.4 Os compostos de preenchimento e os materiais hidroexpansíveis devem ser homogêneos e inodoros, e devem permitir a identificação visual das partes componentes do cabo.

4.7.5 Os compostos de preenchimento e os materiais hidroexpansíveis devem ser livres de impurezas, partículas metálicas ou outros materiais estranhos.

4.7.6 Os compostos de preenchimento e os materiais hidroexpansíveis devem ser facilmente removíveis e não tóxicos, e não podem provocar danos ao operador.

4.7.7 Os compostos de preenchimento e os materiais hidroexpansíveis devem apresentar características de modo a não degradar os componentes do cabo.

4.8 Proteção do núcleo

O núcleo do cabo deve ser protegido termicamente de forma adequada, de modo a evitar danos às fibras ópticas e às unidades básicas, não permitindo a adesão entre elas, provocada pela transferência de calor durante a aplicação dos revestimentos.

4.9 Elemento de tração

4.9.1 O elemento de tração deve fornecer resistência mecânica ao cabo, de modo que este tenha o desempenho previsto nesta Norma.

4.9.2 O material do elemento de tração deve ter características contínuas em todo o comprimento do cabo.

4.9.3 São admitidas emendas, desde que sejam atendidos todos os requisitos desta Norma.

4.10 Revestimento interno

4.10.1 Sobre o núcleo do cabo óptico pode ser aplicado um revestimento de material termoplástico.

4.10.2 O revestimento interno deve ser contínuo, homogêneo, de aspecto uniforme e isento de imperfeições.

4.10.3 O revestimento interno é opcional.

4.11 Proteção metálica

4.11.1 Sobre o núcleo do cabo ou revestimento interno deve ser aplicada uma proteção constituída de materiais metálicos, eletricamente contínua e livre de rebarbas ou outras imperfeições.

4.11.2 Os materiais utilizados na proteção metálica devem ser resistentes ou protegidos contra corrosão, de forma a não permitir a geração de hidrogênio.

4.11.3 Esta proteção deve ser constituída por uma fita de aço corrugado, revestida com termoplástico em ambas as faces, aplicadas longitudinalmente com sobreposição.

4.11.4 A proteção metálica deve possuir características homogêneas de proteção do núcleo do cabo, de forma a atender aos requisitos específicos estabelecidos nesta Norma.

4.11.5 Outros tipos de proteção metálica podem ser adotados, sendo objeto de acordo entre o comprador e o fornecedor.

4.12 Cordão de rasgamento

4.12.1 Sob o revestimento interno, quando existir, deve(m) ser colocado(s) um ou mais fios de material não metálico, destinado(s) ao corte e abertura longitudinal, sem o seu rompimento, de pelo menos 1 m deste revestimento.

4.12.2 Sob a proteção metálica deve(m) ser colocado(s) um ou mais fios de material não metálico, destinado(s) ao corte e abertura longitudinal, sem o seu rompimento, de pelo menos 1 m desta proteção e do revestimento externo.

4.13 Revestimento externo

4.13.1 Externamente aos demais elementos do cabo, deve ser aplicado, por extrusão, um revestimento de material termoplástico na cor preta, contendo aditivos adequados.

4.13.2 O revestimento deve ser contínuo, homogêneo, de aspecto uniforme e isento de imperfeições.

4.13.3 Entre a proteção metálica e os revestimentos interno e externo devem ser previstos mecanismos que impeçam a penetração de umidade.

4.14 Identificação

4.14.1 No núcleo do cabo deve haver uma identificação legível e indelével, contendo impressos o nome do fabricante e o ano de fabricação, em intervalos não superiores a 50 cm, ao longo do eixo do cabo.

4.14.2 Sobre o revestimento externo devem ser gravados o nome do fabricante, a designação do cabo, o número do lote e o ano de fabricação, com legibilidade perfeita e permanente, em intervalos de 1 m ao longo do eixo do cabo.

4.14.3 A pedido do comprador podem ser impressas informações adicionais.

4.15 Marcação métrica sequencial

4.15.1 A marcação métrica sequencial deve ser feita em intervalos de 1 m, ao longo do revestimento externo do cabo.



4.15.2 A marcação deve ser feita com algarismos de altura, forma, espaçamento e método de gravação ou impressão tais que se obtenha legibilidade perfeita e permanente. Não são permitidas marcações ilegíveis adjacentes.

4.15.3 Na medida da marcação do comprimento ao longo do eixo do cabo, é tolerada uma variação para menos de até 0,5 %, não havendo restrição de tolerância para mais.

4.15.4 A marcação inicial deve ser preferencialmente na cor branca ou em relevo. Se a marcação não satisfizer os requisitos anteriores, é permitida a remarcação na cor amarela.

4.15.5 A remarcação deve ser feita de forma a não se sobrepor à marcação inicial defeituosa.

4.15.6 Não é permitida qualquer outra remarcação além da citada.

4.16 Características dimensionais

As características dimensionais dos cabos ópticos devem ser conforme 5.6.

4.17 Unidade de compra

A unidade de compra para os cabos ópticos com proteção metálica deve ser o metro.

4.18 Acondicionamento e fornecimento

4.18.1 Cada lance de cabo deve ser fornecido acondicionado em um carretel de madeira com diâmetro mínimo do tambor de 22 vezes o diâmetro externo do cabo óptico. A largura total do carretel não pode exceder 1,5 m e altura total não pode ser superior a 2,7 m.

4.18.2 Os carretéis devem conter um número de voltas tais que entre a camada superior e as bordas dos discos laterais exista um espaço livre mínimo de 6 cm.

4.18.3 Os carretéis utilizados devem estar de acordo com a ABNT NBR 11137.

4.18.4 As extremidades do cabo devem ser solidamente presas à estrutura do carretel, de modo a não permitir que o cabo se solte ou se desenrole durante o transporte.

4.18.5 A extremidade interna do cabo na bobina deve estar adequadamente protegida para evitar danos durante o transporte, ser acessível para ensaios, possuir um comprimento livre de no mínimo 2 m e ser acomodada com diâmetro de no mínimo 22 vezes o diâmetro externo do cabo.

4.18.6 Após efetuados todos os ensaios requeridos para o cabo, as extremidades do lance devem ser fechadas, a fim de prevenir a entrada de umidade.

4.18.7 Cada lance de cabo óptico deve ter um comprimento nominal de 2 000 m, podendo, a pedido do comprador, ser fornecido em comprimento específico. A tolerância de cada lance deve ser de + 3 %, não sendo admitidos comprimentos inferiores ao especificado.

4.18.8 Devem ser marcadas em cada bobina, com caracteres perfeitamente legíveis e indelévels, as seguintes informações:

- a) nome do comprador;
- b) número da bobina;

- c) designação do cabo;
- d) comprimento real do cabo na bobina, expresso em metros (m);
- e) massa bruta e massa líquida, expressas em quilogramas (kg);
- f) uma seta ou indicação apropriada para indicar o sentido em que o cabo deve ser desenrolado;
- g) identificação de remarcação, quando aplicável.

4.18.9 O transporte, armazenamento e utilização das bobinas dos cabos ópticos devem ser feitos conforme a ABNT NBR 7310.

5 Requisitos específicos

As características dos cabos ópticos com núcleo dielétrico e proteção metálica para aplicação subterrânea em duto devem ser conforme os requisitos desta Norma. Caso o cabo não possua características homogêneas ao longo do perímetro da capa, devem ser realizados ensaios que garantam a avaliação do ponto mais frágil.

5.1 Requisitos ópticos

5.1.1 Atenuação óptica

A atenuação das fibras ópticas no cabo deve ser especificada pelo comprador e verificada conforme a ABNT NBR 13491.

5.1.2 Uniformidade de atenuação óptica

5.1.2.1 Diferença dos coeficientes de atenuação médios

A diferença dos coeficientes de atenuação médios a cada 500 m de cabo não pode apresentar variação maior que o mostrado na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13502.

Tabela 8 – Acréscimo ou variação de atenuação

| Tipo de fibra óptica | Comprimento de onda | | Acréscimo ou variação (máx.) | |
|----------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------|
| | de operação nm | de medida nm | do coeficiente de atenuação dB/Km | de atenuação dB |
| Multimodo | 850/1 300 | 1 300 ± 20 | 0,2 | 0,2 |
| Monomodo | 1 550 | 1 550 ± 20 | 0,05 | 0,1 |

5.1.2.2 Descontinuidade óptica localizada

Não é admitida descontinuidade óptica localizada na atenuação da fibra óptica com valores superiores a 0,1 dB para fibras ópticas tipo multimodo índice gradual, 0,05 dB para fibras ópticas tipo monomodo de dispersão normal (SM), monomodo de dispersão deslocada e não nula (NZD) e monomodo de baixa sensibilidade à curvatura (BLI), conforme a ABNT NBR 13502.

5.1.3 Comprimento de onda de corte

As fibras ópticas monomodo do cabo devem ser submetidas ao ensaio de comprimento de onda de corte conforme a ABNT NBR 14076, sendo que:

- o comprimento de onda de corte para o cabo de fibra óptica monomodo de dispersão normal (SM) e monomodo de baixa sensibilidade à curvatura (BLI) deve ser menor ou igual a 1 260 nm;
- o comprimento de onda de corte para o cabo de fibra óptica monomodo de dispersão deslocada e não nula (NZD) deve ser menor ou igual a 1 450 nm.

5.2 Requisitos ambientais

5.2.1 Contração do revestimento externo

Quando submetido ao ensaio de contração, o material do revestimento externo não pode apresentar contração maior que 5 %, conforme a ABNT NBR 9143.

5.2.2 Escoamento do composto de enchimento

Quando aplicável, o cabo de fibras ópticas, após ser submetido ao ensaio de escoamento do composto de enchimento, não pode apresentar escoamento ou gotejamento do composto, conforme a ABNT NBR 9149.

5.2.3 Ciclo térmico do cabo

Os cabos ópticos dielétricos protegidos contra o ataque de roedores devem ser submetidos a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 24 h. Em seguida, a temperatura deve ser elevada a $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$ e ser mantida neste patamar por um mesmo período de 24 h. Devem ser realizados quatro ciclos térmicos, conforme a ABNT NBR 13510. É tolerada uma variação do coeficiente de atenuação de acordo com o apresentado na Tabela 8, quando medida conforme a ABNT NBR 13520. As medições ópticas devem ser realizadas ao final de cada patamar e comparadas à medida de referência realizada no patamar inicial a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.2.4 Envelhecimento térmico do cabo

A amostra de 30 cm do cabo óptico completo que possuir geleia em seu núcleo ou unidades básicas deve ser submetida a $85\text{ }^{\circ}\text{C}$, durante 168 h, em uma estufa com circulação de ar. Após o condicionamento, o composto de enchimento deve apresentar um tempo de oxidação induzida a $(190 \pm 0,5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ maior que 20 min, conforme a ABNT NBR 13977. Não pode ser observada descoloração da pintura das fibras ópticas, conforme a ABNT NBR 9140.

5.2.5 Penetração de umidade

O cabo óptico, após ser submetido ao ensaio de penetração de umidade durante um período de 24 h, não pode apresentar vazamento de água pelas extremidades, conforme a ABNT NBR 9136.

5.3 Requisito térmico

5.3.1 Dobramento a frio

O material do revestimento externo do cabo não pode apresentar rachaduras, quando submetido ao ensaio de dobramento a frio a $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, após 24 h de condicionamento, conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-4. O diâmetro máximo do mandril deve ser igual a 12 vezes o diâmetro externo do cabo óptico, e devem ser dadas no mínimo duas voltas de enrolamento.

5.4 Requisitos mecânicos

5.4.1 Deformação na fibra óptica por tração no cabo

O cabo de fibras ópticas deve suportar uma força de tração de duas vezes o peso de 1 km de cabo, com um mínimo de 2 000 N e máximo de 4 000 N, sem a transferência de esforços que provoquem deformação maior que 0,2 % nas fibras ópticas, quando tracionado, e 0,05 %, após o alívio da tração medida conforme a ABNT NBR 13512. Durante o ensaio é tolerada variação de atenuação de acordo com o mostrado na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520.

5.4.2 Compressão

O cabo óptico deve suportar uma carga de compressão de uma vez o peso do cabo por quilômetro, limitada a um mínimo de 1 000 N e um máximo de 2 200 N. A velocidade de aproximação das placas de compressão deve ser de 5 mm/min, conforme a ABNT NBR 13507. Não pode haver variação de atenuação maior que os valores indicados na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520, nem trincas ou fissuras no revestimento externo.

5.4.3 Impacto

O cabo óptico deve suportar três impactos em pontos distintos, espaçados em 0,5 m, com energia de 20 N.m e raio de mandril de 300 mm, conforme a ABNT NBR 13509. Não pode haver, após o ensaio, variação de atenuação maior que os valores indicados na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520, nem trincas ou fissuras no revestimento externo.

5.4.4 Curvatura

O cabo óptico deve suportar cinco voltas em torno de um mandril, com raio de curvatura de no máximo seis vezes o diâmetro externo do cabo, conforme a ABNT NBR 13508. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o mostrado na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520. Não pode haver, após o ensaio, trincas ou fissuras no revestimento externo.

5.4.5 Flexão alternada

O cabo óptico deve suportar ao ensaio de flexão alternada, em um total de 50 ciclos contínuos, conforme a ABNT NBR 13514. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o indicado na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520.

5.4.6 Torção

O cabo óptico deve suportar 10 ciclos de torção contínuos, conforme a ABNT NBR 13513. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o mostrado na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520. Não pode haver, após o ensaio, trincas ou fissuras no revestimento externo.

NOTA O comprimento da amostra sob ensaio deve ser de 1 m.

5.4.7 Abrasão

O cabo óptico deve suportar 30 ciclos de abrasão, conforme a ABNT NBR 13517, com força vertical de 40 N. Não pode haver, após o ensaio, diminuição superior a 1 mm na espessura do revestimento externo.



5.4.8 Dobramento

O cabo óptico deve suportar 25 ciclos de dobramento contínuos, com massa de tracionamento de 2 kg e raio do mandril igual a seis vezes o diâmetro externo do cabo, conforme a ABNT NBR 13518. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o mostrado na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520. Não pode haver, após o ensaio, trincas ou fissuras no revestimento externo.

5.4.9 Vibração

O cabo óptico deve ser submetido ao ensaio de vibração conforme a ABNT NBR 13990, sob as seguintes condições:

- a) amplitude da vibração de 0,75 mm (1,50 mm pico a pico);
- b) 360 ciclos com frequência variando linearmente de 10 Hz a 55 Hz, em 30 s, e retornando linearmente a 10 Hz em 30 s;
- c) duração de 6 h.

É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o apresentado na Tabela 8, conforme a ABNT NBR 13520.

5.4.10 Extração do revestimento da fibra óptica

A força de extração do revestimento da fibra óptica deve ser no mínimo 1,0 N e no máximo 10,0 N, conforme a ABNT NBR 13975.

5.4.11 Resistência à ação de roedores

Devem ser submetidos 15 corpos de prova do cabo óptico ao ensaio de resistência ao ataque de roedores, conforme a ABNT NBR 14775. Não podem ser tolerados mais de três corpos de prova com índice de danos igual ou superior a três, sendo que destes é permitido um corpo de prova com índice igual a quatro e nenhum corpo de prova com índice igual a cinco, seis ou sete.

5.5 Requisitos dimensionais

5.5.1 Espessura do revestimento externo

A espessura mínima absoluta do revestimento externo do cabo óptico deve ser de 1,2 mm, medida conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

5.5.2 Uniformidade de espessura

A menor espessura medida do revestimento externo do cabo não pode ser inferior a 70 % da maior espessura medida, conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

5.5.3 Sobreposição da proteção metálica

Quando a proteção metálica é constituída por uma fita de aço corrugado, a sobreposição deve ser de no mínimo 3 mm para cabos com diâmetro sob a proteção metálica igual ou inferior a 16 mm, e de no mínimo 6 mm para cabos com diâmetro sob a proteção metálica superior a 16 mm, conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

5.5.4 Diâmetro externo do cabo

O diâmetro externo máximo do cabo óptico, medido conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1, deve ser conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Diâmetro externo máximo dos cabos ópticos

| Formação do cabo óptico | Diâmetro externo máximo mm |
|-----------------------------|---|
| Até 144 fibras ópticas | 25 |
| De 156 a 288 fibras ópticas | 28 |
| Acima de 288 fibras ópticas | A ser acordado entre o comprador e o fornecedor |

5.5.5 Ovalização

A ovalização do cabo óptico deve ser de no máximo 15 %, sendo as medidas do diâmetro externo obtidas conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1. A ovalização deve ser calculada conforme a equação:

$$O_V (\%) = \frac{(D_{máx.} - D_{mín.}) \times 100}{D_{mín.}}$$

onde

O_V é a ovalização, expressa em porcentagem (%);

$D_{máx.}$ é o maior valor de diâmetro medido na mesma seção transversal, expresso em milímetros (mm);

$D_{mín.}$ é o menor valor de diâmetro medido na mesma seção transversal, expresso em milímetros (mm).

5.6 Requisitos elétricos

5.6.1 Continuidade elétrica da proteção metálica

A proteção metálica deve apresentar continuidade elétrica ao longo de todo o comprimento do cabo, conforme a ABNT NBR 9129.

5.6.2 Capacidade de drenagem de corrente

O cabo óptico deve ser submetido ao ensaio de drenagem de corrente de 45 A (RMS), durante 15 min, conforme a ABNT NBR 14589, sendo tolerada variação de atenuação de acordo com a Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520. Não é admitida ruptura ou descontinuidade da proteção metálica.

5.6.3 Suscetibilidade a danos provocados por descarga atmosférica

O cabo óptico, quando submetido ao ensaio de descarga atmosférica, conforme a ABNT NBR 14584, deve ser enquadrado em uma das classes definidas na Tabela 5.

6 Inspeção

6.1 O fabricante deve fornecer todas as facilidades e meios para realização dos ensaios requeridos nesta Norma, quer para os cabos prontos, quer durante o processo de fabricação, no que diz respeito aos materiais utilizados no cabo.

6.2 As medições de atenuação óptica dos requisitos desta Norma devem ser realizadas no comprimento de onda de acordo com o mostrado na Tabela 8.

6.3 Todos os ensaios e verificações desta Norma estão discriminados e classificados conforme a Tabela 10, com os respectivos métodos de ensaio e tipos de inspeção, conforme a ABNT NBR 14104.

Tabela 10 – Classificação e discriminação dos métodos de ensaio (continua)

| Tipo | Ensaio | Método de ensaio | Inspeção |
|------------|---|-----------------------------------|----------|
| Ópticos | Atenuação óptica | ABNT NBR 13491 | N |
| | Uniformidade de atenuação óptica | ABNT NBR 13502 | N |
| | Comprimento de onda de corte | ABNT NBR 14076 | P |
| Ambientais | Contração do revestimento externo | ABNT NBR 9143 | P |
| | Escoamento do compost de enchimento | ABNT NBR 9149 | P |
| | Ciclo térmico do cabo | ABNT NBR 13510 | Q |
| | Envelhecimento térmico do cabo | ABNT NBR 9140 e ABNT NBR 13977 | Q |
| | Penetração de umidade | ABNT NBR 9136 | P |
| Térmico | Dobramento a frio | ABNT NBR NM IEC 60811-1-4 | Q |
| Mecânicos | Deformação na fibra óptica por tração no cabo | ABNT NBR 13512 | Q |
| | Compressão | ABNT NBR 13507 | Q |
| | Impacto | ABNT NBR 13509 | Q |
| | Curvatura | ABNT NBR 13508 | Q |
| | Flexão alternada | ABNT NBR 13514 | Q |
| | Torção | ABNT NBR 13513 | Q |
| | Abrasão | ABNT NBR 13517 | Q |
| | Dobramento | ABNT NBR 13518 | Q |
| | Vibração | ABNT NBR 13990 | Q |
| | Extração do revestimento da fibra óptica | ABNT NBR 13975 | Q |
| | Resistência à ação de roedores | ABNT NBR 14775 | Q |



Tabela 10 (conclusão)

| Tipo | Ensaio | Método de ensaio | Inspeção |
|---|---|---------------------------|----------|
| Dimensionais | Espessura do revestimento externo | ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 | N |
| | Uniformidade de espessura | ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 | N |
| | Sobreposição da proteção metálica | ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 | P |
| | Diâmetro externo do cabo | ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 | N |
| | Ovalização | ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 | P |
| Elétricos | Continuidade elétrica da proteção metálica | ABNT NBR 9129 | Q |
| | Capacidade de drenagem de corrente | ABNT NBR 14589 | Q |
| | Suscetibilidade a danos provocados por descarga atmosférica | ABNT NBR 14584 | Q |
| Visuais | Identificação | Subseção 4.13 | N |
| | Marcação sequencial | Subseção 4.14 | N |
| | Código de cores | Subseção 4.5 | N |
| Legenda N inspeção normal P inspeção periódica Q inspeção de qualificação | | | |

7 Aceitação e rejeição

7.1 Sobre todas as bobinas devem ser aplicados os critérios de aceitação conforme a ABNT NBR 14104.

7.2 Na inspeção visual, as unidades do lote devem atender às condições estabelecidas em 4.17, exceto em 4.17.8 e 4.17.9.