



Projeto ABNT NBR 16027

ANEXO DA FOLHA DE TABULAÇÃO

Página 5, cabeçalho Tabela 6

Substituir por:

Tabela 6 — Carga máxima de operação – CMO

Classes de referência	Y
------------------------------	----------

Página 6, Subseção 4.5.2, parágrafo único

Substituir por:

Os cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8 devem ser fabricados com unidades básicas de 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 36 ou 48 fibras ópticas.

Página 8, Subseção 4.7.2, parágrafo único

Substituir por:

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

Página 8, Subseção 4.7, após 4.7.1

Inserir:

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

- Renumerar itens posteriores.

Página 8, Subseção 4.10, Título

Substituir por:

Revestimento interno

Página 8, Subseção 4.10, após 4.10.2

Inserir:

4.10.3 O revestimento interno é opcional.

Página 12, Subseção 5.1.3

Substituir por:

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:

- a) o comprimento de onda de corte para os cabos 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;
- b) 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.

Página 12, Subseção 5.2.1, parágrafo único

Substituir por:

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve ser submetido a uma temperatura de - 20 °C, por pelo menos 24 h. Após isso, a temperatura deve ser elevada a + 65 °C, sendo mantida neste patamar por um mesmo período de pelo menos 24h. Devem ser realizados quatro ciclos térmicos, conforme a ABNT NBR 13510. É tolerada uma variação do coeficiente de atenuação de acordo com a Tabela 9, quando a variação é 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 °C.

TABULAÇÃO DOS COMENTÁRIOS

Proponente	Seção/ Subseção/ Anexo	Parágrafo/ Figura/ Tabela/ Nota	Comentário (Justificativa para mudança)	Proposta de mudança	Decisão da CE (incluindo texto final)																								
Antonio Carlos da Silva	4.2	Tabela 6 - Carga Máxima de Operação	Alteração.	Alterar tabela para: Tabela 6 - Carga Máxima de Operação – CMO <table border="1"> <thead> <tr> <th>Classes de referência</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,5</td> <td>CMO 2,5 kN</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>CMO 5,0 kN</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>CMO 7,5 kN</td> </tr> <tr> <td>10,0</td> <td>CMO 10,0 kN</td> </tr> <tr> <td>12,5</td> <td>CMO 12,5 kN</td> </tr> </tbody> </table>	Classes de referência	Y	2,5	CMO 2,5 kN	5,0	CMO 5,0 kN	7,5	CMO 7,5 kN	10,0	CMO 10,0 kN	12,5	CMO 12,5 kN	Aceito com seguinte texto: Tabela 6 - Carga Máxima de Operação - CMO <table border="1"> <thead> <tr> <th>Classes de referência</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,5</td> <td>CMO 2,5 kN</td> </tr> <tr> <td>5,0</td> <td>CMO 5,0 kN</td> </tr> <tr> <td>7,5</td> <td>CMO 7,5 kN</td> </tr> <tr> <td>10,0</td> <td>CMO 10,0 kN</td> </tr> <tr> <td>12,5</td> <td>CMO 12,5 kN</td> </tr> </tbody> </table>	Classes de referência	Y	2,5	CMO 2,5 kN	5,0	CMO 5,0 kN	7,5	CMO 7,5 kN	10,0	CMO 10,0 kN	12,5	CMO 12,5 kN
Classes de referência	Y																												
2,5	CMO 2,5 kN																												
5,0	CMO 5,0 kN																												
7,5	CMO 7,5 kN																												
10,0	CMO 10,0 kN																												
12,5	CMO 12,5 kN																												
Classes de referência	Y																												
2,5	CMO 2,5 kN																												
5,0	CMO 5,0 kN																												
7,5	CMO 7,5 kN																												
10,0	CMO 10,0 kN																												
12,5	CMO 12,5 kN																												
Antonio Carlos da Silva	4.5.2	-	Alteração.	Alterar para: “Os cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8 devem ser fabricados com unidades básicas de 2, 4, 6, 8, 12, 16, ou 24, 36 ou 48 fibras ópticas.”	Aceito com seguinte texto: 4.5.2 Os cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8 devem ser fabricados com unidades básicas de 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24, 36 ou 48 fibras ópticas.”																								
Antonio Carlos da Silva	4.7		Justificativa: Padronização do texto definido em outras especificações técnicas.	Incluir sub item 4.7.2 com texto abaixo. Renumerar todos demais itens a partir do atual 4.7.2 da norma. “4.7.2 O núcleo do cabo óptico geleado deve ser preenchido com composto não higroscópico que assegure o enchimento dos espaços intersticiais e 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.” Renumerar os demais sub-itens.	Aceito com os textos a seguir: 4.7.1 Os elementos de proteção das unidades básicas devem ser preenchidos com composto não higroscópico ou com 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 limite a penetração e propagação de umidade no interior do cabo 4.7.3 O núcleo do cabo óptico seco deve ser protegido por materiais hidroexpansíveis, de forma																								

TABULAÇÃO DOS COMENTÁRIOS

Proponente	Seção/ Subseção/ Anexo	Parágrafo/ Figura/ Tabela/ Nota	Comentário (Justificativa para mudança)	Proposta de mudança	Decisão da CE (incluindo texto final)
					<p>a assegurar a sua resistência à penetração de umidade.</p> <p>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.</p> <p>4.7.5 Os compostos de preenchimento e os materiais hidroexpansíveis devem ser livres de impurezas, partículas metálicas ou outros materiais estranhos.</p> <p>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.</p> <p>4.7.7 Os compostos de preenchimento e os materiais hidroexpansíveis devem apresentar características que não degradem os componentes do cabo.</p>
Antonio Carlos da Silva	4.10 – Revestimento interno (opcional)	-	Justificativa: Padronização do texto definido em outras especificações técnicas	<p>Retirar a palavra “opcional” do título do item.</p> <p>Incluir sub item 4.10.3 com seguinte texto: “4.10.3 O revestimento interno é opcional.”</p>	<p>Aceito com textos conforme abaixo:</p> <p>4.10 Revestimento interno</p> <p>4.10.1 Sobre o núcleo ou sobre o elemento de tração do cabo óptico pode ser aplicado um revestimento de material termoplástico.</p> <p>4.10.2 O revestimento interno deve ser contínuo, homogêneo, de aspecto uniforme e isento de furos ou outras imperfeições.</p> <p>4.10.3 O revestimento interno é opcional.</p>
Marcelo Ferraz de Souza	5.1.3	-	Padronizar com outras Normas (ABNT NBR 14160/14566)	<p>Alterar para:</p> <p>As fibras ópticas monomodo do cabo devem ser submetidas ao ensaio de comprimento de onda de corte conforme a ABNT NBR 14076, sendo que:</p> <p>a) o comprimento de onda de corte para os cabos 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;</p>	<p>Aceito com seguinte texto:</p> <p>5.1.3 Comprimento de onda de corte</p> <p>As fibras ópticas monomodo do cabo devem ser submetidas ao ensaio de comprimento de onda de corte conforme a ABNT NBR 14076, sendo que:</p> <p>a) o comprimento de onda de corte para os cabos de fibra óptica monomodo de dispersão normal (SM) e monomodo de baixa sensibilidade à curvatura (BLI) deve ser menor ou igual a 1 260nm;</p>

TABULAÇÃO DOS COMENTÁRIOS

Proponente	Seção/ Subseção/ Anexo	Parágrafo/ Figura/ Tabela/ Nota	Comentário (Justificativa para mudança)	Proposta de mudança	Decisão da CE (incluindo texto final)
				b) 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.	b) 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.
Marcelo Ferraz de Souza	5.2.1	-	Padronizar com outros Projetos (ABNT NBR 14774/15110)	Alterar para: O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve ser submetido a uma temperatura de - 20 °C, por pelo menos 24 h . Após isso, a temperatura deve ser elevada a + 65 °C, sendo mantida neste patamar por um mesmo período de pelo menos 24 h . Devem ser realizados quatro ciclos térmicos, conforme a ABNT NBR 13510. É tolerada uma variação do coeficiente de atenuação de acordo com a Tabela 9, quando a variação é 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 °C.	Aceito com seguinte texto: 5.2.1 Ciclo térmico do cabo O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve ser submetido a uma temperatura de - 20 °C, por pelo menos 24 h . Após isso, a temperatura deve ser elevada a + 65 °C, sendo mantida neste patamar por um mesmo período de pelo menos 24h . Devem ser realizados quatro ciclos térmicos, conforme a ABNT NBR 13510. É tolerada uma variação do coeficiente de atenuação de acordo com a Tabela 9, quando a variação é 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 °C



Cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 — 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:

27.11.2020		
------------	--	--

- a) é previsto para cancelar e substituir a ABNT NBR 16027:2012, a qual foi tecnicamente revisada, quando aprovado, sendo que, nesse ínterim, a referida norma continua em vigor;
- b) não tem valor normativo.

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

3) Analista ABNT – Newton Ferraz.



Cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 — Especificação

Figure 8 self-supported optical fiber cable — 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 16027 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 16027:2021 cancela e substitui a ABNT NBR 16027:2012, a qual foi tecnicamente revisada.

O Escopo em inglês da ABNT NBR 16027 é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the requirements to manufacture self-supporting figure 8 aerial optical fiber cable.



Cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 — Especificação

1 Escopo

Esta Norma especifica os requisitos para a fabricação dos cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8.

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 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 9147, *Fios e cabos telefônicos fluidez – 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 o acondicionamento de fios e cabos elétricos – Dimensões e estruturas*

ABNT NBR 13486, *Fibras ópticas – Terminologia*

ABNT NBR 13487, *Fibras ópticas 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 de 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 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 14604, *Fibras ópticas tipo monomodo de dispersão deslocada e não nula – Especificação*

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

ABNT NBR 16730, *Cordoalha de fios de aço zincados para eletrificação – Requisitos*

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 – Ensaios 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: Ensaios a baixas temperaturas*

ASTM A 641, *Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire*

ASTM G 155, *Standard 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 da ABNT NBR 13486 e os seguintes.

3.1

cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8

conjunto constituído por fibras ópticas tipo monomodo ou multimodo índice gradual, revestidas em acrilato, elementos de proteção da unidade básica, eventuais enchimentos, elementos de proteção

da(s) unidade(s) básica(s) e núcleo resistente à penetração de umidade, eventuais elementos de tração e elemento de sustentação metálico, separados entre si por revestimentos comuns, ligados por uma membrana no formato de uma figura 8

3.2

carga máxima de operação

maior carga de tração que um determinado cabo suporta sem apresentar deformações em suas fibras ópticas e que delimita os esforços a que ele pode estar submetido durante a sua vida útil projetada

NOTA Estes esforços são compostos pela ação de seu próprio peso, pressão do vento máxima horizontal ao longo do vão e componente horizontal da tração axial.

3.3

coeficiente de dilatação térmica equivalente do cabo

coeficiente que determina a dilatação térmica ou expansão linear equivalente dos materiais componentes do cabo, calculado pela seguinte equação

$$\alpha = \frac{\sum_1^n (\alpha_i, E_i, A_i)}{\sum_1^n (E_i, A_i)}$$

onde

E_i é o módulo de elasticidade de cada material componente do cabo, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm²)

A_i é a seção transversal do material correspondente, expressa em milímetros quadrados (mm²)

α_i é o valor do coeficiente de expansão de cada material

3.4

diâmetro do cabo

dimensão do menor eixo que contém o núcleo óptico do cabo

3.5

material hidroexpansível

material que apresenta um acréscimo de seu volume na medida em que absorve água

3.6

módulo de elasticidade equivalente do cabo

E

quociente da tensão, referido à seção total, pelo alongamento específico, em um ponto qualquer do trecho retilíneo do diagrama tensão-alongamento (carga-alongamento), com a equação do módulo real de elasticidade do cabo de acordo com a seguinte equação:

$$E = \frac{\sum_1^n (E_i, A_i)}{\sum_1^n A_i}$$

onde

E_i é o módulo de elasticidade de cada material componente do cabo, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm²)

A_i é a seção transversal do material correspondente, expressa em milímetros quadrados (mm²)



3.7

unidade básica

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

3.8

vão

distância entre dois pontos de fixação do cabo a cada suporte

4 Requisitos gerais

4.1 Generalidades

Na fabricação do cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8, devem ser observados processos de modo que os cabos prontos satisfaçam os requisitos técnicos especificados nesta Norma.

4.2 Designação dos cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8

Os cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8 são designados pelo seguinte código:

CFOA – X – T – W – FIG 8 – Z – K – Y

onde

CFOA é o cabo de fibra óptica com revestimento em acrilato;

X é o tipo de fibra óptica, conforme a Tabela 1;

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

W é o tipo de barreira à penetração de umidade, conforme a Tabela 3;

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

K é o tipo do revestimento externo, conforme a Tabela 5;

Y é a carga máxima de operação (CMO), expressa em quilonewtons (kN), conforme a Tabela 6.

Tabela 1 – Tipo de fibra óptica

Tipo de fibra óptica	X
Multimodo	MM
Monomodo com dispersão normal	SM
Monomodo com dispersão deslocada e não nula	NZD
Monomodo com baixa sensibilidade à curvatura	BLI



Tabela 2 – Aplicação do cabo e formação do núcleo óptico

Aplicação	Formação do núcleo óptico	T
Cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8	Tubos encordoados	AS
	Tubo único	ASU

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							

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

Tabela 5 – Tipo de revestimento externo

Tipo	K
Normal	NR
Retardante à chama	RC

Tabela 6 – Carga máxima de operação

Classes de referência	Carga máxima de operação (CMO) kN
2,5	CMO 2,5 kN
5,0	CMO 5,0 kN
7,5	CMO 7,5 kN
10,0	CMO 10,0 kN
12,5	CMO 12,5 kN

NOTA Outras CMO podem ser adotadas, conforme acordo entre o comprador e o fornecedor.

4.3 Materiais do cabo

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

4.3.2 Os materiais utilizados na fabricação dos cabos com função estrutural devem ter as suas características contínuas ao longo de todo o comprimento do cabo.



4.4 Fibras ópticas

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

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

4.4.3 As fibras ópticas tipo monomodo com dispersão deslocada e não nula, utilizadas na fabricação dos cabos, devem ser conforme a ABNT NBR 14604.

4.4.4 As fibras ópticas tipo monomodo com baixa sensibilidade à curvatura, utilizadas na fabricação dos cabos, devem ser conforme a ABNT NBR 16028.

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 do cabo deve ser constituído por unidades básicas

4.5.2 Os cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8 devem ser fabricados com unidades básicas de 2, 4, 6, 8, 12, 16, ou 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 encordoado em uma coroa ou de forma longitudinal.

4.5.5 Os elementos de proteção encordoado 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 O núcleo pode ser constituído por um único elemento de proteção central de material polimérico.

4.5.8 É recomendado que os cabos ópticos compostos por elementos de proteção encordoado de até 12 fibras ópticas sejam constituídos por unidades básicas, onde cada unidade pode conter 2 ou 6 fibras ópticas.

4.5.9 É recomendado que os cabos ópticos compostos por elementos de proteção encordoado de 18 a 36 fibras ópticas sejam constituídos por unidades básicas, onde cada unidade pode conter 6 ou 12 fibras ópticas.

4.5.10 É recomendado que os cabos ópticos compostos por elementos de proteção encordoado de 48 a 144 fibras ópticas sejam constituídos por unidades básicas, onde cada unidade pode conter 12 ou 24 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 7. Para os cabos ópticos constituídos por mais de uma coroa de elementos de proteção encordoado, se a identificação for do tipo "piloto e direcional", o indicado na Tabela 7 é aplicável a cada coroa individualmente.



Tabela 7 – Código de cores das unidades básicas

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

4.6.2 As identificações das unidades básicas devem 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.

4.6.3 A identificação por códigos de cores de unidades básicas, amarrações e outros sistemas de identificação podem ser adotadas, conforme acordo entre o comprador e o fornecedor.

4.6.4 A identificação das fibras ópticas deve ser realizada utilizando cores conforme a Tabela 8, 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 Tabela 8.

Tabela 8 – 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 as unidades básicas com mais de 12 fibras ópticas, as demais fibras ópticas podem ser identificadas por anéis ou listras, ou por 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 com materiais hidroexpansíveis que assegurem o enchimento dos espaços intersticiais.

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

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

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

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

4.7.6 Os compostos de preenchimento e os materiais hidroexpansíveis devem apresentar características que não degradem os componentes do cabo.

4.8 Proteção do núcleo

O núcleo do cabo óptico deve ser protegido termicamente, 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 do revestimento externo.

4.9 Elemento de tração (opcional)

4.9.1 Quanto utilizado, o elemento de tração deve fornecer resistência mecânica ao cabo, de modo que ele 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 (opcional)

4.10.1 Sobre o núcleo ou sobre o elemento de tração 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 furos ou outras imperfeições.

4.11 Cordão de rasgamento

4.11.1 Sob os revestimentos deve(m) ser colocado(s) um ou mais fios de material não metálico, destinado(s) ao corte e à abertura longitudinal dos revestimentos.



4.11.2 O cordão de rasgamento deve permitir, sem o seu rompimento, a abertura de pelo menos 1 m dos revestimentos.

4.12 Elemento de sustentação

4.12.1 O elemento de sustentação deve fornecer resistência mecânica ao cabo, de modo que ele tenha o desempenho previsto nesta Norma.

4.12.2 O elemento de sustentação do cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 é constituído por um fio ou cordoalha de aço e deve ser contínuo em todo o comprimento do cabo.

4.12.3 O fio de aço deve ter classe mínima de galvanização A e deve atender aos requisitos da ASTM A 641.

4.12.4 A cordoalha de aço deve ser composta por sete fios e ser de classe mínima de galvanização A, e deve atender aos requisitos da ABNT NBR 16730.

4.12.5 Podem ser utilizados materiais para proteger o elemento de sustentação contra corrosão, de forma a não permitir a geração de hidrogênio.

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 externo deve ser resistente à luz solar e às intempéries. A pedido do comprador, o revestimento externo pode ter ou não características de retardância à chama.

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

4.14 Identificação

4.14.1 No núcleo do cabo pode 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, de forma legível e indelével, 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 sequencial

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

4.15.2 A marcação deve ser realizada com algarismos com 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 realizada 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 5.5.

4.17 Unidade de compra

A unidade de compra para os cabos ópticos 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. A largura total do carretel não pode exceder 1,5 m e altura total não pode ser superior a 2,1 m.

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

4.18.3 Os carretéis utilizados devem estar conforme 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 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 do 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) nome do fabricante;
- c) número da bobina;
- d) designação do cabo;
- e) comprimento real do cabo na bobina, expresso em metros (m);
- f) massa bruta e massa líquida, expressas em quilogramas (kg);



- g) uma seta ou marcação apropriada para indicar o sentido em que o cabo deve ser desenrolado;
- h) 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.

4.19 Dados adicionais do produto

Quando solicitado pelo comprador, o fornecedor deve informar os seguintes dados:

- a) diâmetro do cabo, expresso em milímetros (mm);
- b) massa do cabo, expressa em quilogramas por quilômetro (kg/km);
- c) carga máxima de operação, expressa em newtons (N);
- d) coeficiente de dilatação térmica equivalente, expresso em micrômetros por grau Celsius ($\mu\text{m}/^\circ\text{C}$);
- e) módulo de elasticidade equivalente, expresso em newtons por milímetro quadrado (N/mm^2);
- f) outras informações a pedido do comprador.

5 Requisitos específicos

As características dos cabos ópticos aéreos autossustentados tipo figura 8 devem ser conforme os requisitos desta Norma. Caso o cabo não possua características homogêneas ao longo do perímetro da capa, devem ser realizados os ensaios previstos nesta Seção, que garantem 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 indicado na Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13502.

Tabela 9 – 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 \pm 20	0,2	0,2
Monomodo	1 310/1 550	1 550 \pm 20	0,08	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 as fibras ópticas tipo multimodo índice gradual e a 0,05 dB para as 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

O comprimento de onda de corte das fibras ópticas monomodo com dispersão normal (SM) e monomodo com baixa sensibilidade à curvatura (BLI) deve ser de no máximo de 1 260 nm, e para as fibras ópticas monomodo com dispersão deslocada e não nula deve ser de no máximo 1 450 nm, após encabeadas, conforme a ABNT NBR 14076.

5.2 Requisitos ambientais

5.2.1 Ciclo térmico do cabo

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve ser submetido a uma temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 24 h. Após isso, a temperatura deve ser elevada a $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo 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 a Tabela 9, 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 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.2.2 Penetração de umidade

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8, 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. No caso de cabo com revestimento interno, o ensaio deve ser realizado diretamente sobre este revestimento.

5.2.3 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.

5.2.4 Escoamento do composto de preenchimento

Quando aplicável, o cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8, após ser submetido ao ensaio de escoamento do composto de enchimento, não pode apresentar escoamento ou gotejamento do composto, conforme a ABNT NBR 9149.

5.2.5 Envelhecimento térmico do cabo

A amostra de 30 cm do cabo completo que possuir geleia em seu núcleo ou nas 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 indução oxidativa 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.

5.2.6 Resistência ao intemperismo

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve ser submetido ao intemperismo durante 2 160 h, conforme a ASTM-G 155 Ciclo 1. Após o ensaio, não pode haver variação maior que 25 % no índice de fluidez do revestimento externo, conforme a ABNT NBR 9147.



5.3 Requisitos térmicos

5.3.1 Dobramento a frio

O material do revestimento externo do cabo não pode apresentar rachaduras, quando submetido ao dobramento a frio a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, 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.

O elemento de sustentação deve ser removido para facilitar o manuseio e a preparação do ensaio.

5.3.2 Retardância à chama

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 com revestimento externo tipo RC (ver Tabela 5) deve ser submetido ao ensaio de retardância à chama conforme o Anexo A. Não pode haver propagação do fogo após a retirada da chama, e o fogo deve autoextinguir-se. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com a Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520.

Para a realização do ensaio, o elemento de sustentação e a membrana devem ser removidos.

5.4 Requisitos mecânicos

5.4.1 Deformação na fibra óptica por tração no cabo

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve suportar uma tração equivalente à carga máxima de operação, conforme a Tabela 6, sem a transferência de esforços que provoquem deformação nas fibras ópticas maior que 0,05 %, conforme a ABNT NBR 13512, com um comprimento mínimo de 25 m de cabo sob carga, utilizando acessório de fixação aplicado sobre o elemento de sustentação que garanta que este não escorregue. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com a Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520.

Após registrados os valores obtidos, deve-se elevar a carga para 150 % da carga máxima de operação, não sendo permitidos variação de atenuação maior que a indicada na Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520, deformação na fibra óptica maior que 60 % do valor especificado no ensaio de tensão mecânica constante (*proof-test*) da fibra óptica e o escorregamento do cabo em relação ao acessório.

Depois de aliviada a tração, no ponto de carga de operação, conforme a ABNT NBR 13520, não são permitidas variação de atenuação superior à encontrada anteriormente nem deformação da fibra superior a 0,05 %.

Deve ser registrada durante todo o ensaio a deformação na fibra *versus* a tração no cabo.

5.4.2 Compressão

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve suportar uma carga de compressão de uma vez o peso do cabo por quilômetro, limitada a um mínimo de 1 000 N e a 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 maior que os valores indicados na Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520, nem trincas ou fissuras no revestimento externo.

O cabo deve ser posicionado de tal maneira que o elemento de sustentação fique fora da aplicação da força de compressão. Se o ensaio for afetado pelo elemento de sustentação, este deve ser removido.



5.4.3 Impacto

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve suportar três impactos em pontos distintos, espaçados em 0,5 m, com energia de 10 N.m e raio de mandril de 300 mm, conforme a ABNT NBR 13509. Não pode haver, após ensaio, variação de atenuação maior que os valores indicados na Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520, nem trincas ou fissuras no revestimento externo.

5.4.4 Curvatura

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve suportar cinco voltas em torno de um mandril, com raio de curvatura igual a seis vezes o diâmetro externo do cabo, conforme a ABNT NBR 13508. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o indicado na Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520. Não pode haver, após o ensaio, trincas ou fissuras no revestimento externo.

O elemento de sustentação e a membrana de união do cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 devem ser removidos para facilitar o manuseio e a preparação do ensaio.

5.4.5 Flexão alternada

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve suportar o 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 9, conforme a ABNT NBR 13520.

NOTA Recomenda-se que o elemento de sustentação e a membrana de união do cabo óptico sejam removidos para facilitar o manuseio e a preparação do ensaio.

5.4.6 Torção

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve suportar dez ciclos de torção contínuos, conforme a ABNT NBR 13513. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o indicado na Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520. Não pode haver, após o ensaio, trincas ou fissuras no revestimento externo.

O elemento de sustentação e a membrana de união do cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 devem ser removidos para facilitar o manuseio e a preparação do ensaio.

5.4.7 Dobramento

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve suportar 25 ciclos de dobramento contínuos, com massa de tracionamento de 2 kg e raio do mandril de no máximo seis vezes o diâmetro externo do cabo, conforme a ABNT NBR 13518. É tolerada uma variação de atenuação de acordo com o indicado na Tabela 9, conforme a ABNT NBR 13520. Não pode haver, após o ensaio, trincas ou fissuras no revestimento externo.

NOTA Recomenda-se que o elemento de sustentação e a membrana de união do cabo óptico sejam removidos para facilitar o manuseio e a preparação do ensaio.

5.4.8 Extração do revestimento da fibra óptica

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

5.4.9 Abrasão

O cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve ser submetido ao ensaio de abrasão durante 30 ciclos completos, conforme a ABNT NBR 13517, com força vertical conforme indicado na Tabela 10, não podendo apresentar diminuição superior a 1 mm na espessura do revestimento externo.

Tabela 10 – Força vertical

Diâmetro externo do cabo mm	Força N
≤ 14,0	10,0
14,1 a 16,0	15,0
≥ 16,1	20,0

5.5 Requisitos dimensionais

5.5.1 Dimensional da membrana de separação do elemento de sustentação e da parte que contém o núcleo óptico do cabo

A altura mínima deve ser de 2,5 mm, conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 (ver Figura 1).

A largura mínima deve ser de 1,4 mm, conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1 (ver Figura 1).

5.5.2 Espessura do revestimento externo

5.5.2.1 Espessura do revestimento externo do cabo

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

5.5.2.2 Espessura do revestimento externo do elemento de sustentação

A espessura mínima absoluta do revestimento externo do elemento de sustentação deve ser de 1,0 mm, conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1.

5.5.3 Uniformidade de espessura

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

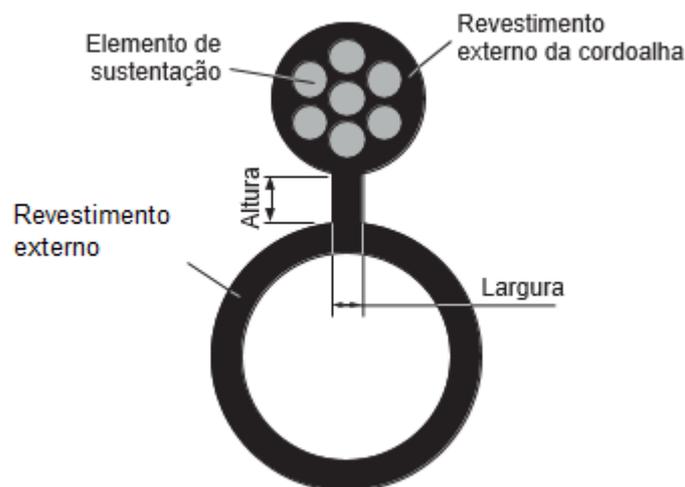


Figura 1 – Dimensões da membrana



5.5.4 Ovalização

A ovalização do cabo óptico aéreo autossustentado tipo figura 8 deve ser de no máximo 15 %, conforme a ABNT NBR NM IEC 60811-1-1. A ovalização deve ser calculada conforme a seguinte equação:

$$O_v = \frac{(D_{m\acute{a}x} - D_{m\acute{i}n}) \cdot 100}{D_{m\acute{i}n}}$$

onde

O_v é a ovalização percentual da parte que contém o núcleo óptico do cabo, expressa em porcentagem (%);

$D_{m\acute{a}x}$ é o maior valor de diâmetro medido na mesma seção transversal, expresso em milímetros (mm);

$D_{m\acute{i}n}$ é o menor valor de diâmetro medido na mesma seção transversal, expresso em milímetros (mm).

6 Inspeção

6.1 O fabricante deve fornecer todas as facilidades e meios para a 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 a Tabela 9.

6.3 Todos os ensaios e verificações desta Norma estão discriminados e classificados conforme a Tabela 11, com os respectivos métodos de ensaio e tipos de inspeção indicados, conforme a ABNT NBR 14104.

Tabela 11 – Classificação e discriminação dos métodos de ensaio (continua)

Requisitos	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 composto de enchimento	ABNT NBR 9149	P
	Ciclo térmico no cabo	ABNT NBR 13510	Q
	Envelhecimento térmico do cabo	ABNT NBR 9140 e ABNT NBR 13977	Q
	Resistência ao intemperismo	ASTM-G 155 e ABNT NBR 9147	Q
	Penetração de umidade	ABNT NBR 9136	P
Térmicos	Dobramento a frio	ABNT NBR NM IEC 60811-1-4	Q
	Retardância à chama	Anexo A	Q



Tabela 11 (conclusão)

Requisitos	Ensaio	Método de ensaio	Inspeção
Mecânicos	Deformação na fibra óptica por tração no cabo	ABNT NBR 13502, ABNT NBR 13512 e ABNT NBR 13520	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
	Extração do revestimento da fibra óptica	ABNT NBR 13975	Q
Dimensionais	Dimensional da membrana de separação do elemento de sustentação e parte que contém núcleo óptico do cabo	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	N
	Espessura do revestimento externo	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	N
	Uniformidade de espessura	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	N
	Ovalização	ABNT NBR NM IEC 60811-1-1	P
Visuais	Identificação	Ver 4.14	N
	Marcação sequencial	Ver 4.15	N
	Código de cores	Ver 4.6	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 4.18, exceto em 4.18.8 e 4.18.9.



Anexo A (normativo)

Ensaio de retardância à chama

A.1 Geral

O objetivo deste ensaio é verificar o comportamento do cabo óptico, quando submetido à ação de uma chama por um determinado período de tempo.

A.2 Aparelhagem

A aparelhagem necessária à execução do ensaio é a seguinte:

- compartimento com $(1\ 200 \pm 25)$ mm de altura, (300 ± 25) mm de largura e (450 ± 25) mm de profundidade, com proteção metálica em três lados, aberta na parte frontal e fechada nas partes inferior e superior, sendo a base não metálica, e com orifícios nas partes superior e inferior para passagem das extremidades do corpo de prova.
- bico de “Bunsen” com furo de (9 ± 1) mm, alimentado com gás natural ou GLP;
- equipamento para medição da variação de atenuação óptica.

A.3 Procedimento

A.3.1 Corpo de prova

O corpo de prova deve ser um comprimento de cabo óptico suficiente para ser instalado no compartimento de ensaio e suas extremidades devem poder ser acessadas para a conexão de suas fibras ópticas aos equipamentos de medição da variação de atenuação.

A.3.2 Regulagem da fonte de calor

Proceder conforme a seguir:

- regular o bico de Bunsen para fornecer uma chama com aproximadamente 125 mm de altura, com um cone azulado com aproximadamente 40 mm de altura;
- verificar o bico de Bunsen quanto à sua operação satisfatória, sendo que, para isso, ele deve ser colocado com a sua base na posição horizontal, e um fio de cobre nu, com diâmetro de $(0,71 \pm 0,025)$ mm e comprimento livre não inferior a 100 mm, deve ser inserido horizontalmente na chama, aproximadamente 10 mm acima do topo do cone azulado. O tempo de fusão não pode ser superior a 6 s nem inferior a 4 s.



A.3.3 Ensaio

Para a realização do ensaio, proceder conforme a seguir:

- a) fixar a amostra com grampos, para que fique na posição vertical no meio do compartimento de ensaio;
- b) posicionar os grampos de tal maneira que a distância livre entre eles seja de (550 ± 25) mm;
- c) efetuar o ensaio em uma área livre de corrente de ar, podendo ser utilizada coifa, se a exaustão produzida por ela não afetar a chama;
- d) para o ensaio, colocar o eixo do tubo do bico em um ângulo de 45° em relação ao corpo de prova;
- e) quando o bico estiver em uso, a distância dele em relação ao corpo de prova deve ser tal que o cone da chama azulada interna esteja a uma distância aproximada de 10 mm da superfície do cabo e 75 mm acima do grampo inferior, conforme Figura A.1;
- f) aplicar a chama durante um período contínuo de T (segundos), conforme indicado na seguinte equação:

$$T = 60 + P/25$$

onde

T é o período de aplicação da chama, expresso em segundos (s);

P é a massa da amostra do cabo sob ensaio, expressa em gramas (g);

NOTA O comprimento da amostra sob ensaio é de 600 mm.

- a) a chama deve se autoextinguir;
- b) após ter cessado o processo de combustão em todas as partículas, limpar a superfície do corpo de prova e medir a distância entre o final da parte carbonizada e a extremidade inferior do grampo superior;
- c) medir a variação de atenuação óptica conforme a ABNT NBR13520;
- d) quando se utilizar o reflectômetro óptico temporal (OTDR), executar o ensaio a uma distância mínima da extremidade do cabo, oposta ao aparelho, de tal forma que possibilite a utilização do método de medida da variação de atenuação óptica em um ponto, conforme a sensibilidade do aparelho;
- e) quando se utilizar o medidor de potência, executar o ensaio em qualquer parte do corpo de prova.

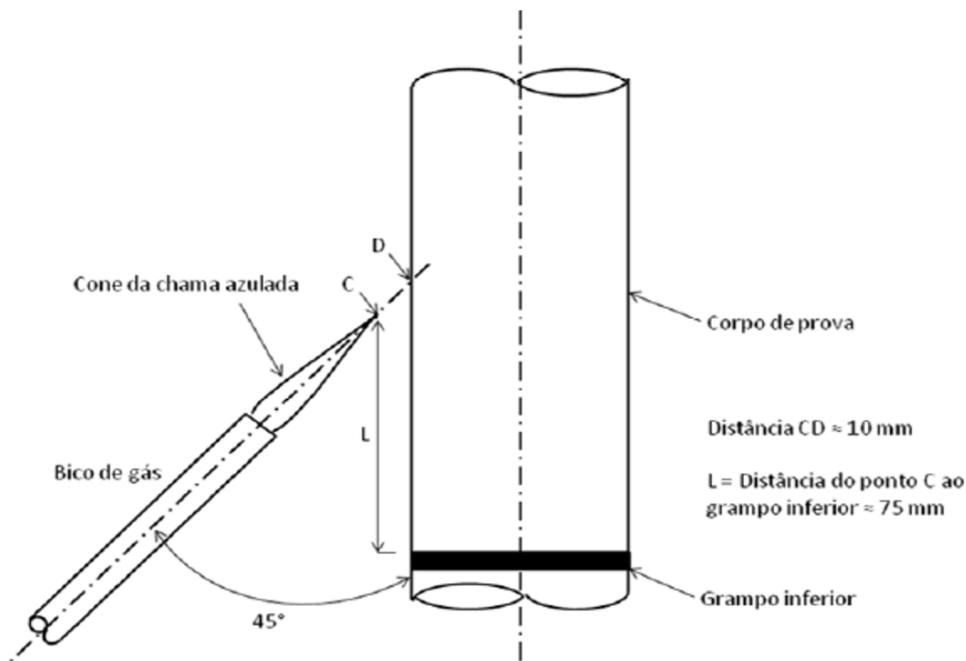


Figura A.1 – Disposição de ensaio

A.4 Relatório de ensaio

Os resultados obtidos devem ser apresentados em um relatório contendo no mínimo as seguintes informações:

- título do ensaio e identificação da norma e edição, bem como o método de medição;
- identificação do laboratório ou do local do ensaio e data do ensaio;
- identificação e características do produto ensaiado;
- resultados da medição, incluindo os valores medidos e calculados;
- comentários relativos às ocorrências relevantes ao ensaio;
- identificação do responsável técnico.