

Métodos de Fabricação, Emendas Ópticas, Conectores Ópticos e Cabos Ópticos

Disc.: Comunicações Ópticas

Aula 06

Profa. Cindy Stella Fernandes

cindy.fernandes@unifesspa.edu.br – cindy.fernandes@gmail.com

19/05/2022

Agenda

- ✓ 1. Introdução
- ✓ 2. Métodos de fabricação das fibras ópticas
- ✓ 3. Emendas ópticas
- ✓ 4. Conectorização das fibras ópticas
- ✓ 5. Cabos ópticos
- ✓ 6. Referências bibliográficas

1. Introdução

- ✓ A fibra óptica e suas características de transmissão foram abordadas em tópicos anteriores;
- ✓ Entretanto, é necessário discutir as implicações práticas e os problemas associados com a fabricação, aplicação e instalação das fibras ópticas dentro dos sistemas ópticos;
- ✓ Esses fatores são de extrema importância se um sistema de comunicações ópticas for considerado como substituto para um sistema de comunicação convencional, baseado em linhas metálicas.

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas

- ✓ Os processos de fabricação das fibras ópticas requerem equipamentos especiais e de grande precisão;
- ✓ As fibras de alta capacidade de transmissão, muito utilizadas nas telecomunicações, utilizam como matéria-prima a sílica;
- ✓ A primeira etapa da fabricação dessas fibras consiste na obtenção de um tubo chamado de **preforma**;

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas

Figura 1 – Pré-formas de fibra óptica



Fonte: <http://www.opticomfiber.com> (Disponível em 16/05/2022, às 17:13h.)

Figura 2 – Produção da Preforma na fábrica sede da ZTT Cable em Shangai



Fonte: <https://www.zttcable.com.br/blog/fibra-optica-origens-e-evolucao-da-tecnologia/> (Disponível em 16/05/2022, às 17:15h.)

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas

Existem vários processos de fabricação da **preforma**, dentre os quais:

- ✓ Deposição interna (IVD)
- ✓ Deposição externa (OVD)
- ✓ Deposição axial (VAD)

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas - Deposição interna

- ✓ Dos processos de fabricação da preforma por deposição interna, destaca-se o CVD (Deposição Química de Vapor);
- ✓ Consiste na deposição de várias camadas de partículas de vidro (dopantes) no interior de um tubo de sílica pura, que são injetadas na forma gasosa (SiCl_4 , GeCl_4 , dentre outros.);

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas - Deposição interna

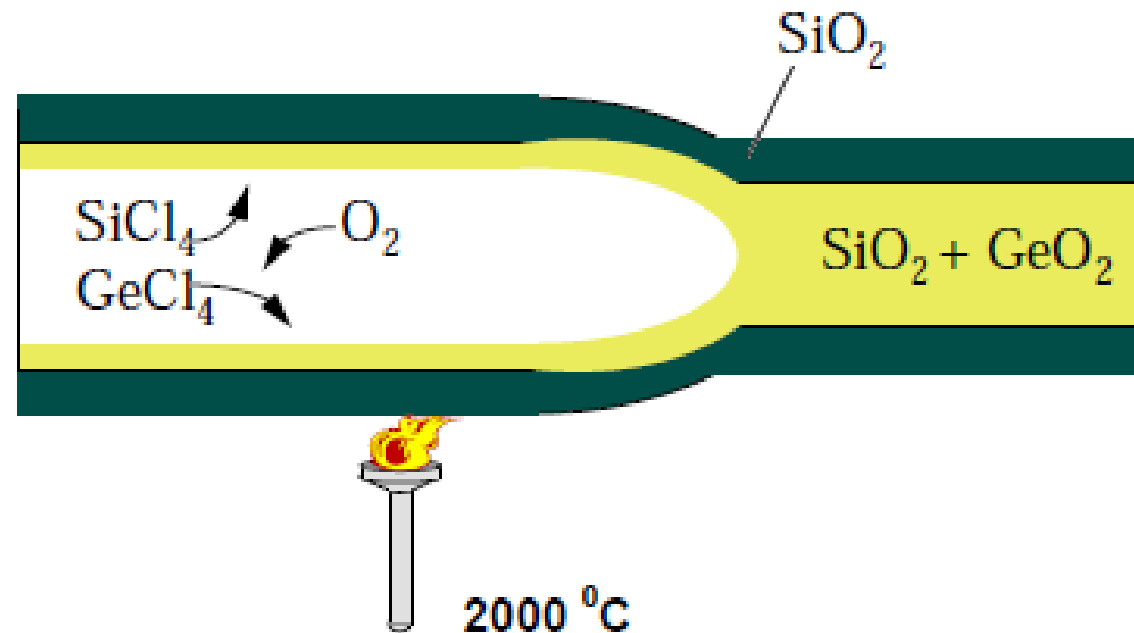
- ✓ Esse tubo de sílica pura, que será a casca da fibra, fica girando à medida que são depositados os dopantes no seu interior;
- ✓ No exterior do tubo, um maçarico o percorre longitudinalmente a uma temperatura de aproximadamente 1600 °C;

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas - Deposição interna

- ✓ Após a deposição do número desejado de camadas, aumenta-se a temperatura do maçarico para aproximadamente 2000 °C, onde ocorre o colapso do tubo, isto é, um encolhimento radial, tornando-o maciço e finalizando assim a fabricação da preforma;
- ✓ Para cada camada depositada, controla-se a concentração dos materiais dopantes, para se obter vários índices de refração;

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas - Deposição interna

Figura 3 – Método de fabricação por deposição interna



Fonte: Apostila de Sistemas Ópticos – Aula 4. SENAI-RN, 2013.

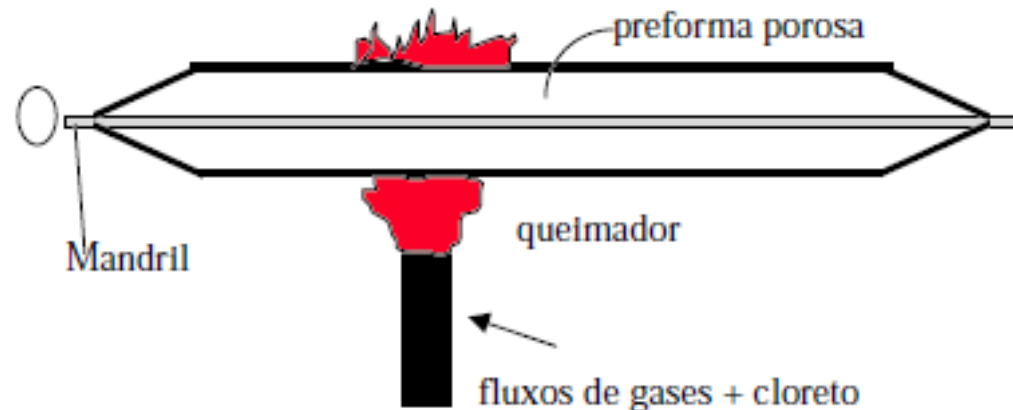
2. Métodos de fabricação das fibras ópticas - Deposição externa

- ✓ Neste processo, várias camadas de dopantes são depositadas sobre um mandril rotante;
- ✓ Após a deposição de todas as camadas, inclusive a que fará a função de casca, o tubo formado será colocado com o mandril num forno com temperatura de aproximadamente 1500 °C, onde ocorrerá sua dilatação para retirada do mandril;

2. Métodos de fabricação das fibras ópticas - Deposição externa

- ✓ E nesse mesmo forno tem sua temperatura aumentada para aproximadamente 2000 °C, onde ocorrerá o colapso do tubo, formando a preforma;

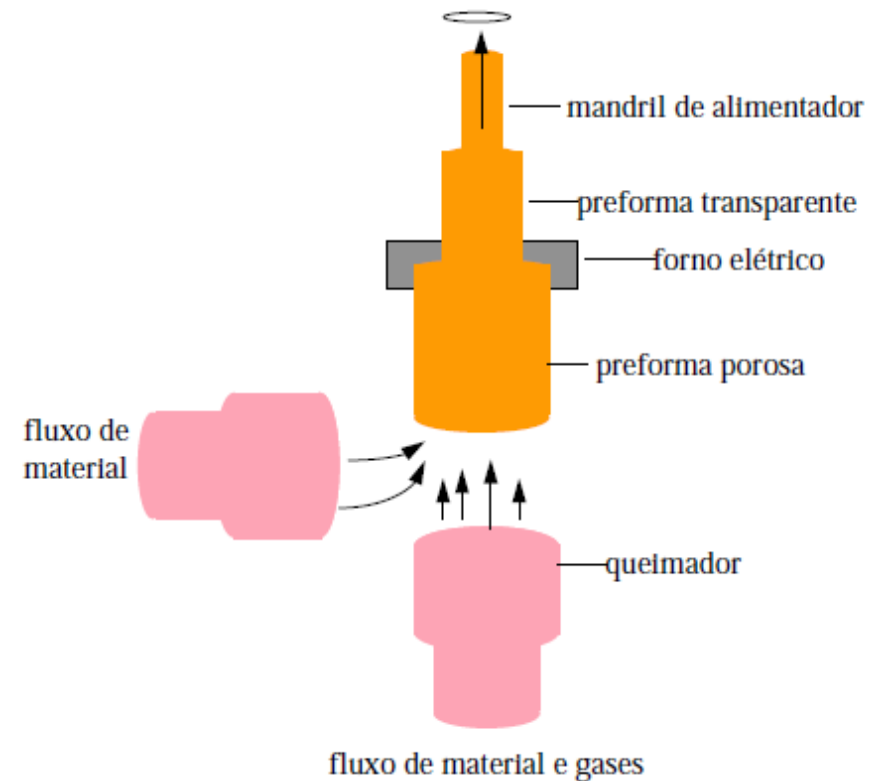
Figura 4 – Método de fabricação por deposição externa



2. Métodos de fabricação das fibras ópticas - Deposição axial

- ✓ O material dopante, em estado gasoso, é depositado axialmente na extremidade de um bastão rotante, o qual resulta no crescimento do tubo ao longo do eixo do bastão;

Figura 5 – Método de fabricação por deposição axial.



2. Métodos de fabricação das fibras ópticas

- ✓ Na segunda etapa de fabricação das fibras, a preforma obtida é posicionada verticalmente, com a extremidade inferior introduzida em um forno com temperatura de aproximadamente 2000 °C, onde ocorre o escoamento da fibra que é puxada e enrolada em uma bobina;
- ✓ As velocidades de puxamento da fibra e da introdução da preforma no forno são controladas em função do diâmetro que se quer obter da fibra;
- ✓ Durante o puxamento, a fibra recebe um revestimento, geralmente de silicone ou acrilato, para dar proteção mecânica;

3. Emendas ópticas

- ✓ Uma emenda óptica consiste na junção de dois ou mais segmentos de fibras, podendo ser permanente ou temporária;

Servem para:

- ✓ Conectar dois cabos ópticos
- ✓ Possibilitar manobras nas instalações ópticas

Existem dois tipos de emendas ópticas:

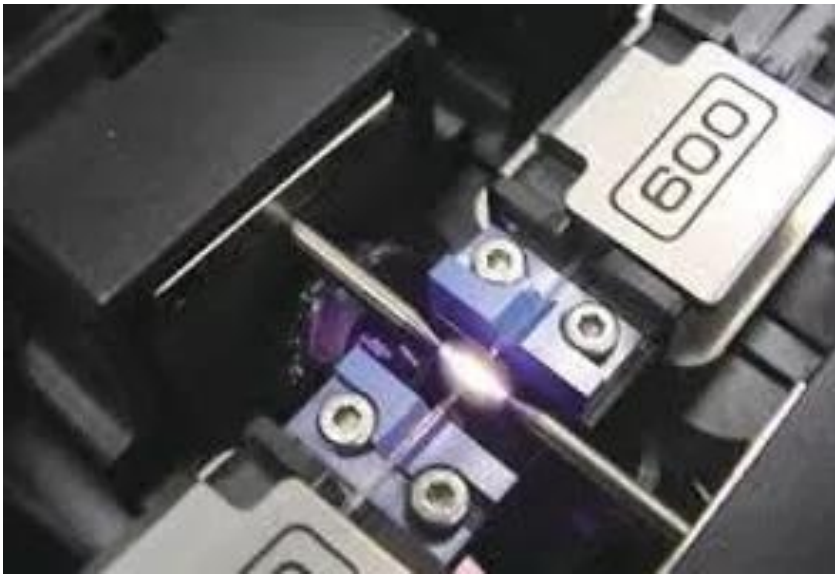
- ✓ Emenda por fusão
- ✓ Emenda mecânica

3. Emendas ópticas - Emenda por fusão

- ✓ Caracteriza-se pela fusão entre as extremidades das fibras, de modo a permitir a continuidade óptica através das mesmas;
- ✓ Para execução deste procedimento, são necessárias ferramentas de limpeza, clivagem e uma máquina de emenda;

3. Emendas ópticas - Emenda por fusão

Figura 6 – Emenda por fusão.



Fonte: <https://silvatelecom.com.br/fibra-optica-fusao>.
Disponível em 16/05/2022, às 17:30h.)

Figura 7 – Kit para realização da emenda por fusão.



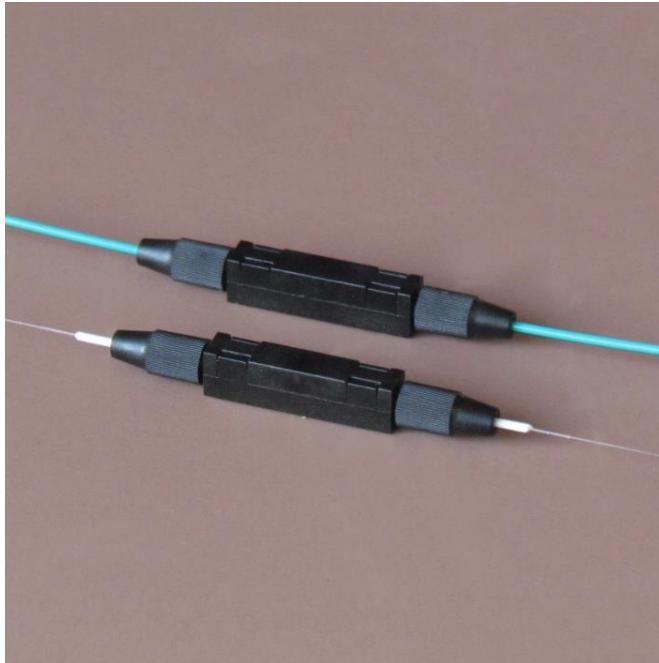
Fonte: <https://pt.aliexpress.com/item/4000930458752.html>.
Disponível em 16/05/2022, às 17:31h.)

3. Emendas ópticas - Emenda mecânica

- ✓ A emenda mecânica é baseada no alinhamento das fibras através de estruturas mecânicas;
- ✓ São dispositivos dotados de travas, para que a fibra não se mova;
- ✓ Algumas dessas emendas possuem em seu interior líquidos casadores de índice de refração. As fibras ficam imersas nesses líquidos, os quais tem a função de diminuir as perdas de Fresnel;
- ✓ Essas emendas são utilizadas em consertos rápidos, ou em links de curta distância, nos quais a atenuação não é um parâmetro crítico.

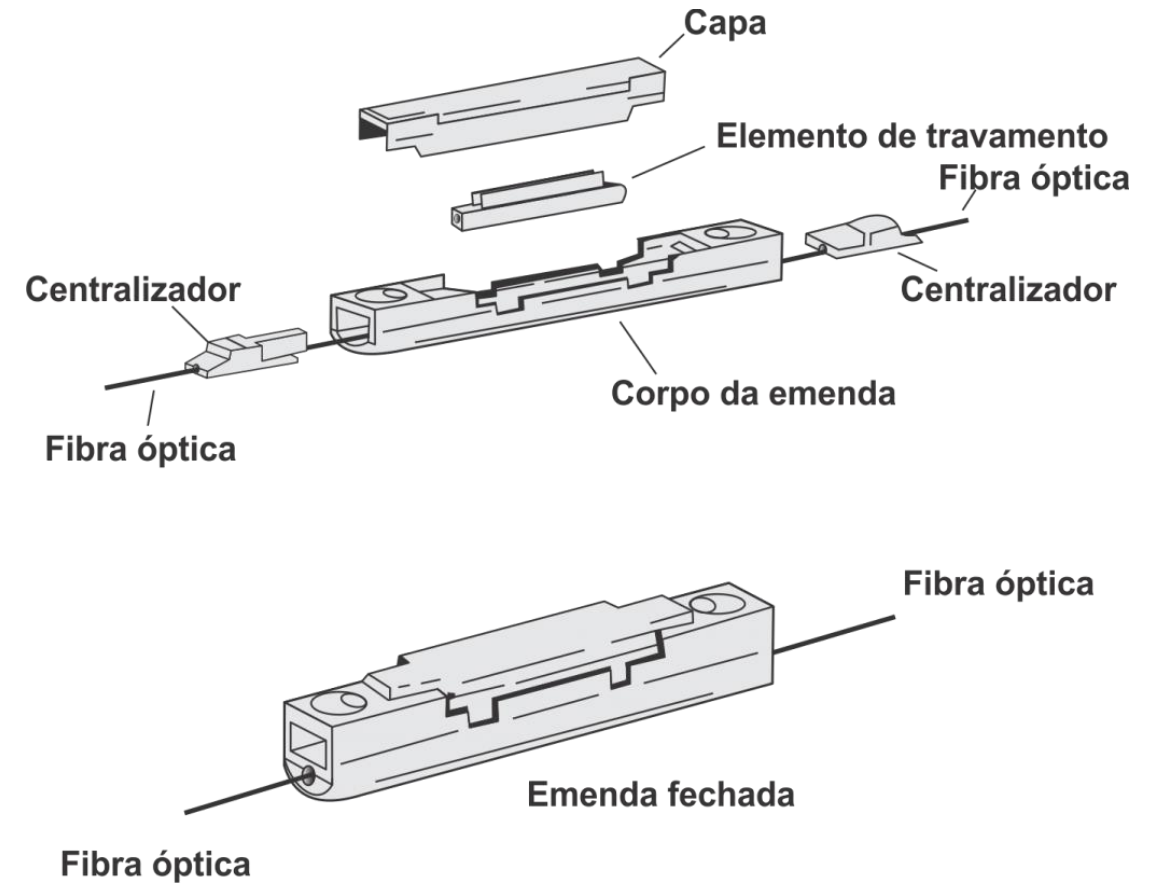
3. Emendas ópticas - Emenda mecânica

Figura 8 – Foto emenda mecânica.



Fonte: <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/Fibretool-HW-101MS-Optical-Fiber-Mechanical-60066985879.html>. Disponível em 16/05/2022, às 16:38h.)

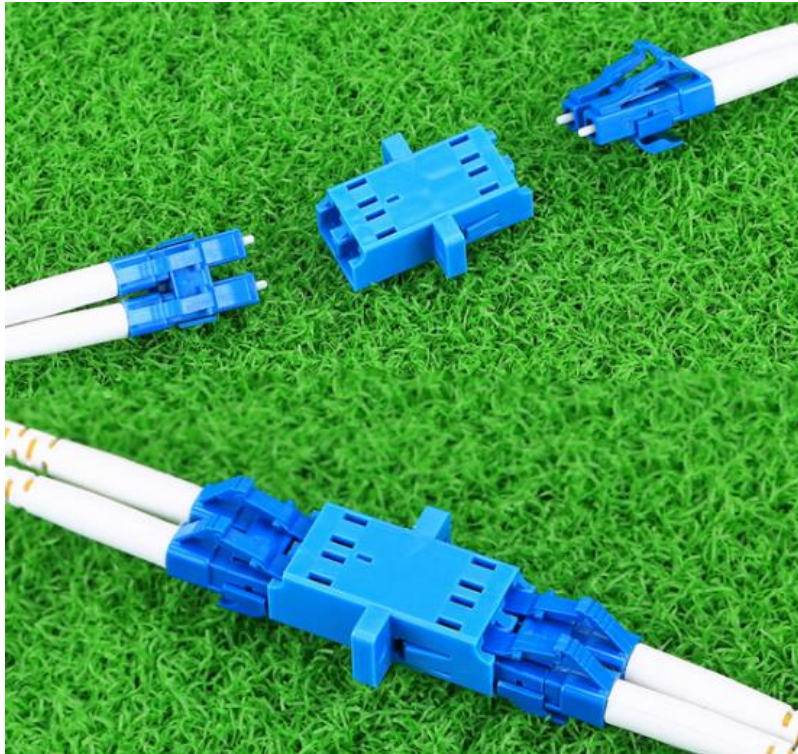
Figura 9 – Emenda mecânica.



Fonte: <https://www.ispblog.com.br/2016/07/08/processos-de-emendas-em-fibras-opticas/>. Disponível em 16/05/2022, às 17:35h.)

3. Emendas ópticas - Emenda mecânica

Figura 10 – Emenda mecânica.



Fonte: <https://www.fiber-optic-solutions.com/fiber-optic-splicing%EF%BC%9Atwo-methods.html>. Disponível em 16/05/2022, às 17:35h.)

3. Emendas ópticas

- ✓ As principais características de uma emenda são a **perda de inserção** e a **perda de retorno**;
- ✓ A perda de inserção refere-se à perda de potência entre o transmissor e o receptor óptico, provocada pela emenda ou conexão;
- ✓ A perda de retorno é o parâmetro que indica a atenuação sofrida pelo sinal que refletiu na emenda ou conexão, e retornou pela fibra;
- ✓ Esta atenuação deve ser a mais alta possível, para evitar problemas de perda de sinal em sistemas WDM ou DWDM, e também evitar a redução da vida útil dos LASERS;

3. Emendas ópticas

As perdas nas emendas ópticas tem origem em fatores intrínsecos à fibra, no ponto de emenda, e em fatores extrínsecos à fibra;

- ✓ Dentre os fatores intrínsecos, podem ser citados:
- ✓ Diferenças no índice de refração
- ✓ Diferenças do diâmetro dos núcleos
- ✓ Excentricidade e elipsidade dos núcleos
- ✓ Diferença de AN

3. Emendas ópticas

Dentre os fatores extrínsecos, podem ser citados:

- ✓ Perdas por reflexão de Fresnel
- ✓ Desalinhamentos
- ✓ Irregularidades na superfície da fibra

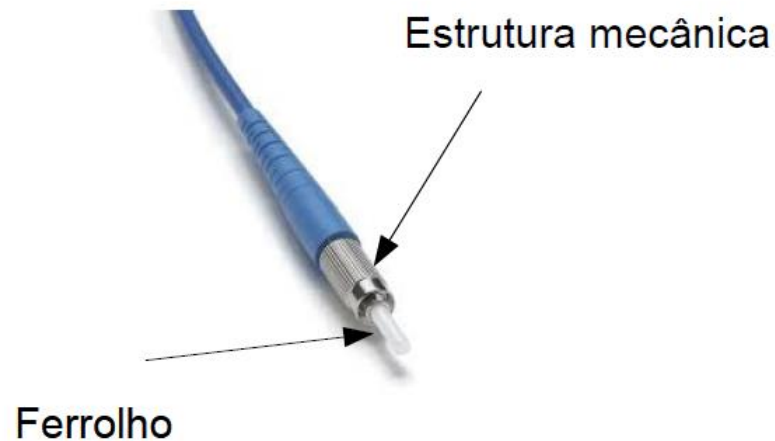
4. Conectorização das fibras ópticas

- ✓ Os conectores são utilizados para conectar a fibra aos equipamentos e permitir as manobras em distribuidores;
- ✓ Um conector óptico é composto por uma estrutura mecânica que traz estabilidade à conexão, e pelo ferrolho, que faz o acoplamento entre cabos ou dispositivos;

4. Conectorização das fibras ópticas

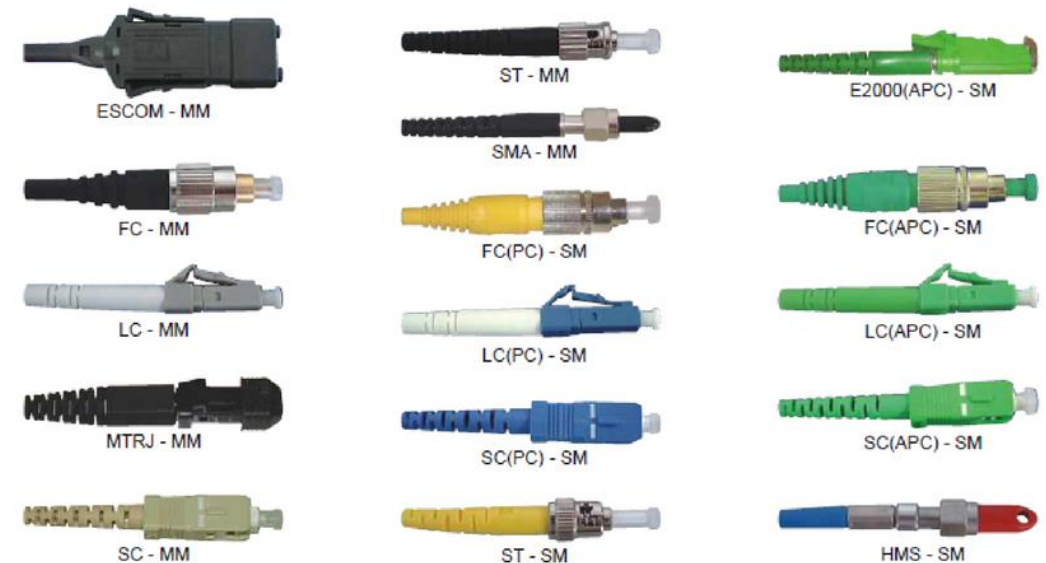
- ✓ O ferrolho é um cilindro cerâmico ou plástico, com o furo central para a passagem da fibra óptica;

Figura 11 – Conector Óptico.



Fonte: https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/2/22/SIO_Aula11.pdf. (Disponível em 16/05/2022, às 17:40h.)

Figura 12 – Tipos de Conectores Óptico.



Fonte: <https://www.ispblog.com.br/2016/07/08/processos-de-emendas-em-fibras-opticas/>. (Disponível em 16/05/2022, às 17:45h.)

4. Conectorização das fibras ópticas

As principais características desejáveis nos conectores ópticos são:

- ✓ Baixa perda por inserção e alta perda de retorno
- ✓ Alta estabilidade mecânica da conexão
- ✓ Pequenas dimensões
- ✓ Ação de conectar e desconectar simples
- ✓ Permitir várias conexões e desconexões
- ✓ Baixo custo de operação, aplicação e manutenção

5. Cabos Ópticos

- ✓ O cabo óptico é a estrutura que encapsula e protege as fibras ópticas;
- ✓ Pode ser composto por uma ou diversas fibras ópticas;
- ✓ O revestimento aplicado visa proteger as fibras do meio ambiente, e de esforços mecânicos sofridos durante a instalação ou operação;

5. Cabos Ópticos

- ✓ A construção dos cabos ópticos é feita através de várias etapas, com a reunião de vários elementos, aplicação de capas, enchimentos, encordoamentos, entre outros;
- ✓ Os cabos devem ter uma constituição tal que garanta a proteção das fibras durante e após a instalação, e que seja adequada ao tipo de serviço;

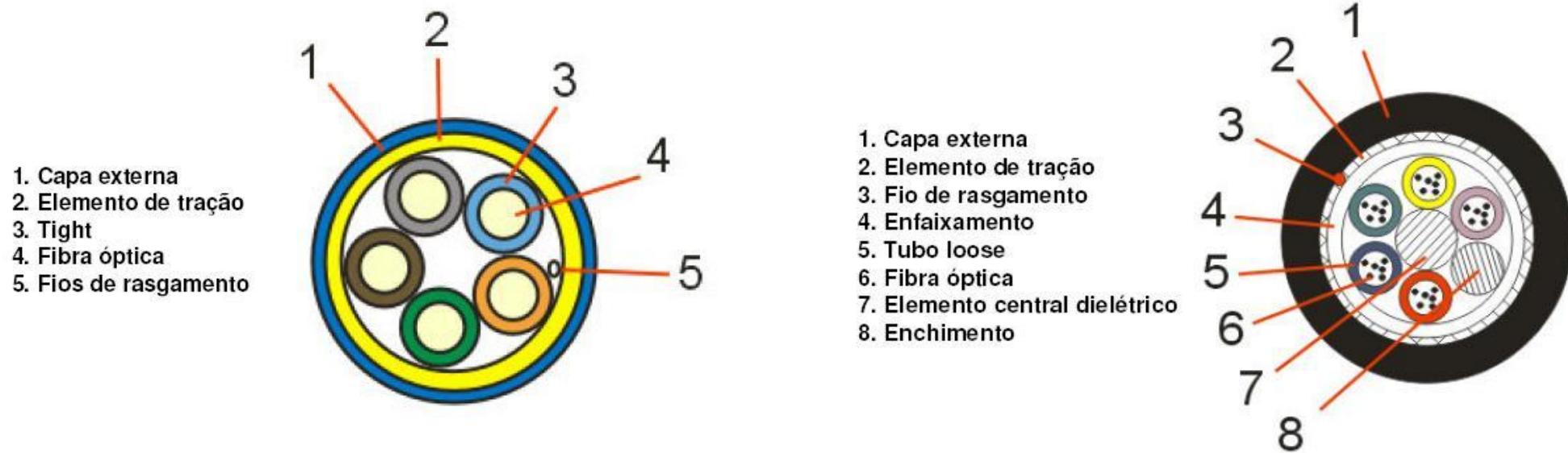
5. Cabos Ópticos

Os cabos mais usuais são constituídos da seguinte forma, do interior para o exterior:

- ✓ Elemento central
- ✓ Tubos de proteção
- ✓ Elemento de preenchimento
- ✓ Revestimento
- ✓ Proteção adicional

5. Cabos Ópticos

Figura 13 – Constituição dos cabos ópticos.



Fonte: Apostila de Sistemas Ópticos – Aula 3. SENAI-RN, 2013.

5. Cabos Ópticos

- ✓ Os cabos óptico são categorizados pelo tipo de acondicionamento e pela função a que se destinam;
- ✓ Os dois tipos mais comuns são:
- ✓ Cabo óptico tipo tight (Justo)
- ✓ Cabo óptico tipo loose (Solto)

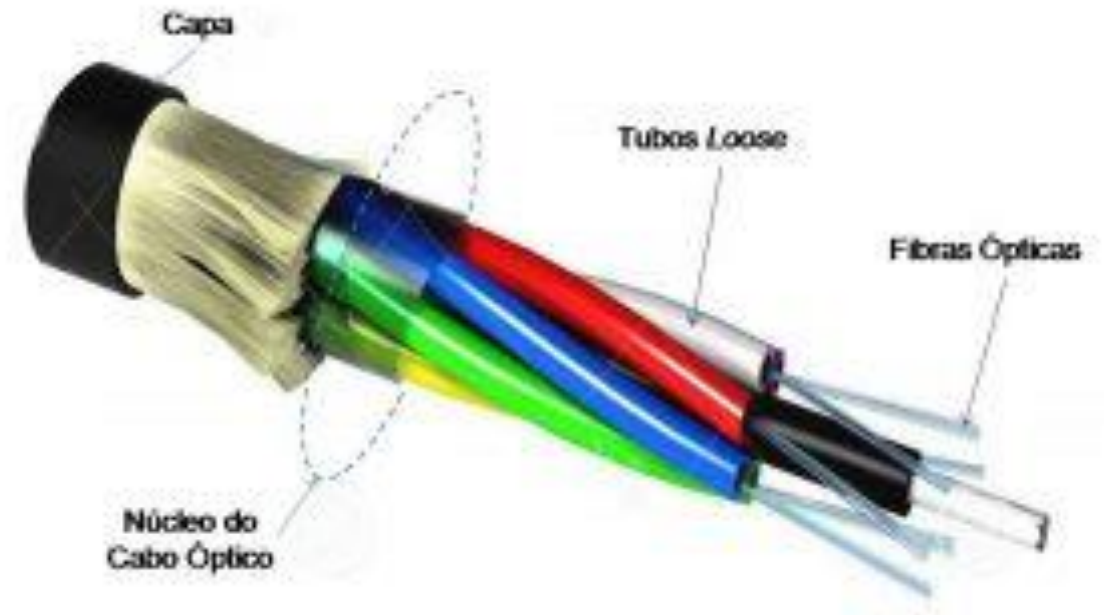
5. Cabos Ópticos - Cabo óptico tipo *loose* (solto)

- ✓ Apresentam as fibras ópticas soltas, acondicionadas no interior de tubos plásticos, que proporcionam a primeira proteção às fibras;
- ✓ No interior desses tubos é acrescentado um gel sintético, à base de petróleo, que proporciona uma maior proteção contra:
 - ✓ Variações de temperatura
 - ✓ Proteção contra umidade
 - ✓ Proteção contra choques mecânicos

5. Cabos Ópticos - Cabo óptico tipo *loose* (solto)

- ✓ Juntamente com o tubo, é adicionado um elemento de tração e, em seguida, ambos recebem o revestimento final;
- ✓ Bastante utilizados em instalações externas aéreas ou subterrâneas, em sistemas de comunicações a longas distâncias;

Figura 14 – Cabos Ópticos Tubo *Loose*.



Fonte: <https://www.blog.ipv7.com.br/tecnica/cabos-opticos-tipos-quanto-a-construcao/>. (Disponível em 16/05/2022, às 17:55h.)

5. Cabos Ópticos - Cabo óptico tipo *tight* (justo)

- ✓ As fibras estão em contato direto com a estrutura do cabo óptico, por isso recebem um revestimento primário de acrilato;
- ✓ Acima dele, um revestimento extra de material plástico, podendo receber elementos de tração e capa externa, proporcionando uma proteção maior às fibras;
- ✓ Cada fibra com revestimento secundário é denominada elemento óptico;
- ✓ Os elementos ópticos são reunidos em torno de um elemento de tração que, juntos, recebem o revestimento final;
- ✓ Foram os primeiros a serem utilizados nas redes públicas de telefonia.

5. Cabos Ópticos - Cabo óptico tipo *tight* (justo)

Figura 15. Cabo óptico tipo *tight*.



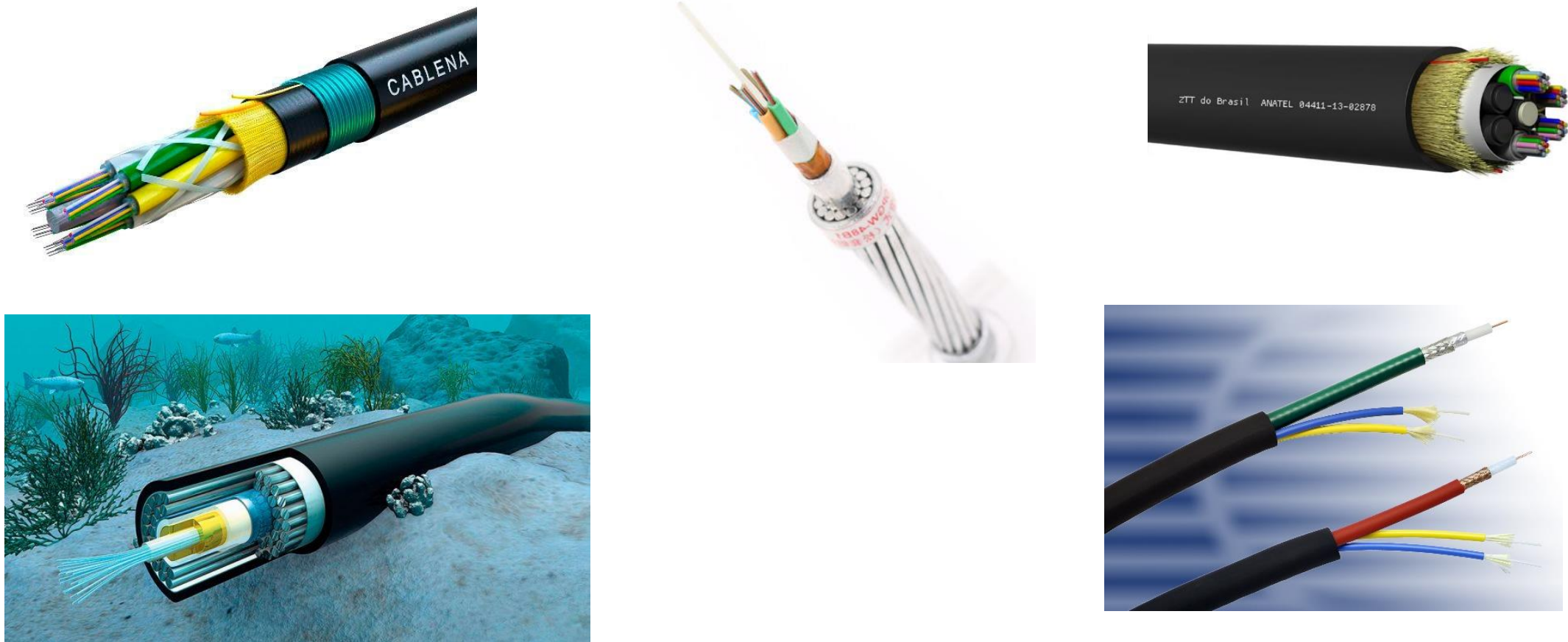
Fonte: Apostila de Sistemas Ópticos – Aula 3. SENAI-RN, 2013.

5. Cabos Ópticos

- ✓ Conforme o tipo de instalação e aplicação, existem diferentes tipos de cabos, entre os quais podem ser citados:
- ✓ *Armored*
- ✓ Auto-sustentado
- ✓ Cabos OPGW
- ✓ Cabos submarinos
- ✓ Cabos compostos
- ✓ As instalações podem ser aéreas, subterrâneas, submarinas externas ou internas;

5. Cabos Ópticos

Figura 16. Cabos ópticos de construções especiais.



Fonte: Apostila de Sistemas Ópticos – Aula 3. SENAI-RN, 2013.

6. Bibliografia

Bibliografia Básica

- KEISER, G.: **Optical Fiber Communications**. Mac-Graw Hill, 2000.
- RIBEIRO, J. A. J.: **Comunicações Ópticas**. 4ª edição. São Paulo. Editora Érica, 2003.
- AGRAWAL, G. P.: **Fiber-Optic Communication Systems**. John Wiley & Sons, 2002.
- PINHEIRO, J. M. dos S.: **Cabeamento Óptico**. São Paulo. Editora Campus, 2004.
- SENIOR, J. M.: **Optical Fiber Communications: Principles and Practice**. Prentice-Hall, 2009.

Contato

Contato Aluno/professor

- **SIGAA (Oficial)**
- Dias de aulas
- E-mails para contato: cindy.fernandes@unifesspa.edu.br (Oficial Unifesspa)
cindy.fernandes@gmail.com (Não Oficial - pessoal)
- WhatsApp: (91) 98256 – 9649 (Não Oficial)