

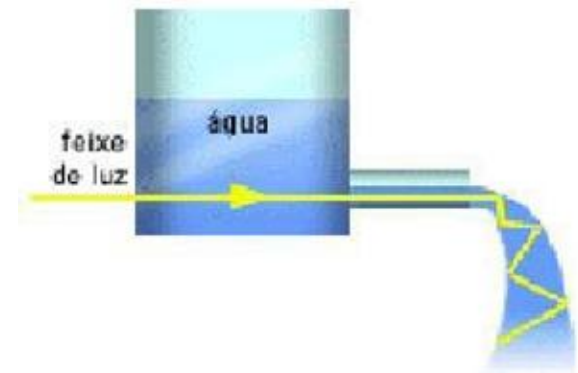
# Cabeamento Óptico

**Instrutor:** Marcos Antônio de Almeida **Corá**  
**E-mail:** [cora@feagri.unicamp.br](mailto:cora@feagri.unicamp.br)



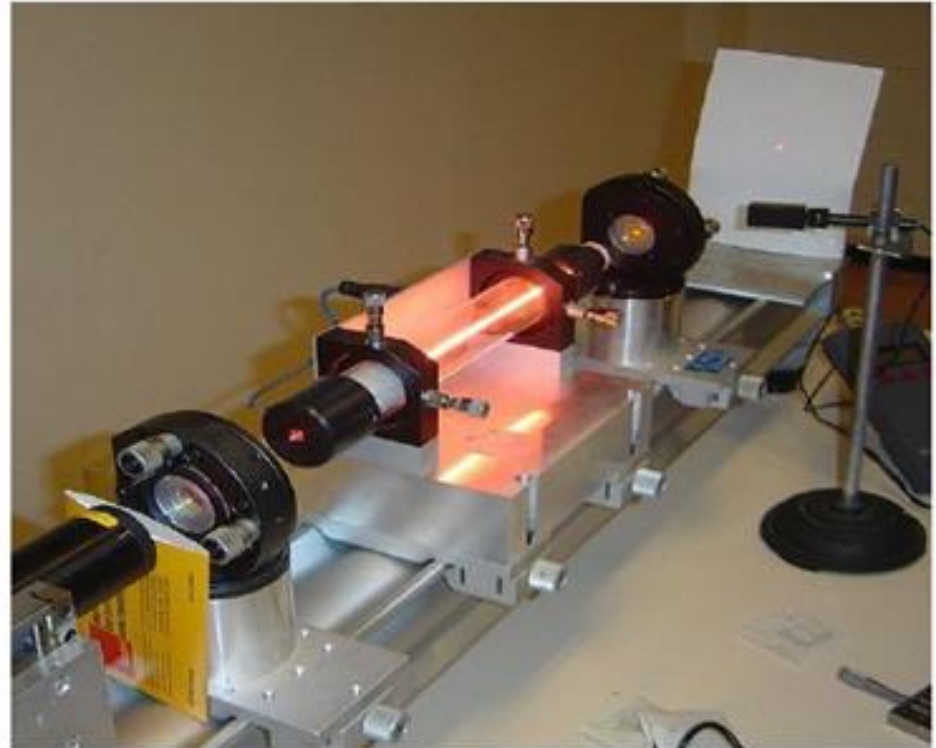
# Conceitos e Histórico

- Primeiramente se utilizou a luz na região visível
- Newton reconheceu que a luz branca é constituída por 06 cores misturadas
- Cada cor do espectro possui uma velocidade diferente dentro de um prisma
- A luz pode ser descrita como uma partícula ou como energia simultaneamente
- A luz pode viajar ou se propagar, através do espaço vazio
- Dois ou mais feixes de luz podem se cruzar sem causar distúrbios entre si
- Em 1952, Kapany, realizou experimentos que o levariam, em 1955 a criar e patentear a “**fibra óptica**”.



# Conceitos e Histórico

- Nos anos 60 ocorreu a invenção do **LASER** - Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.
- O Laser é uma fonte de luz que possibilita a modulação da luz a altas frequências.
- Com a invenção do laser veio o desenvolvimento de componentes ópticos tornando possível a transferência de informações por longas distâncias.
- Em 1966, Kao, pesquisador dos Laboratórios Standard, de Harlow, Inglaterra, utilizou fibras ópticas para a transmissão de chamadas telefônicas.

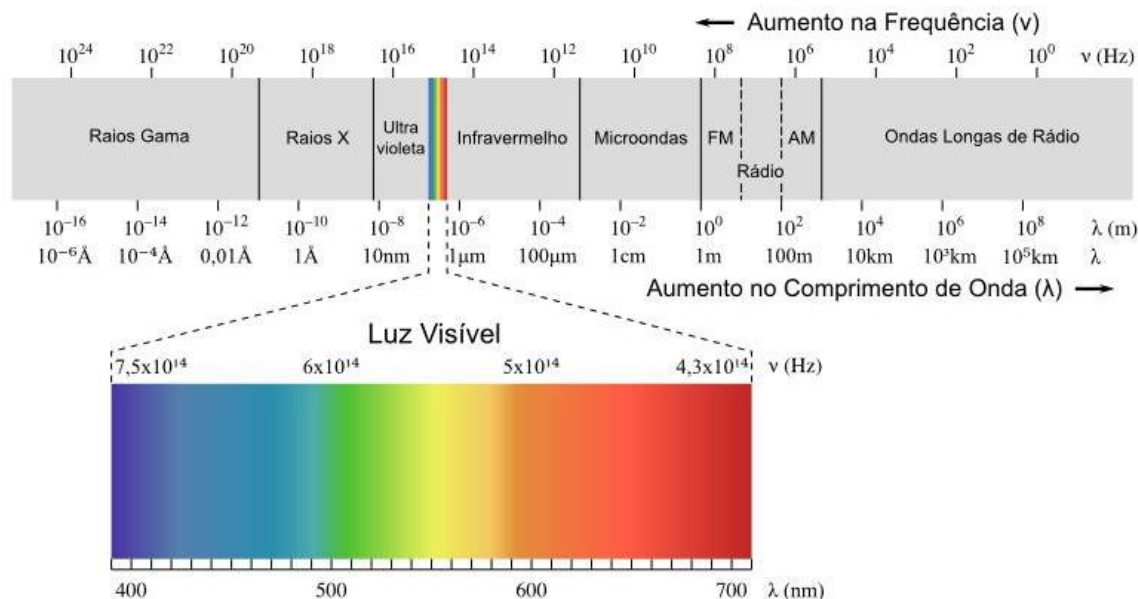


# Conceitos e Histórico

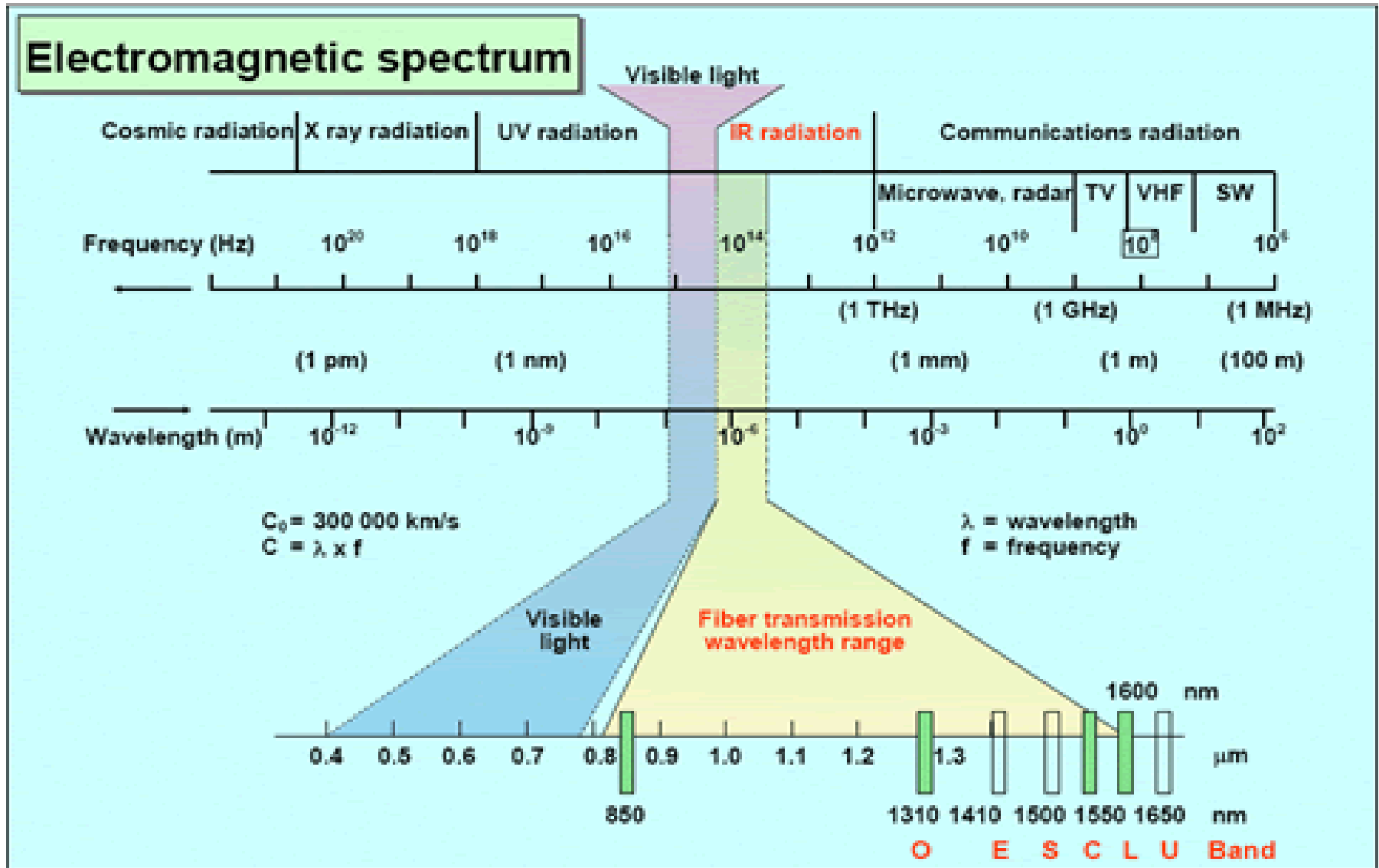
- As primeiras fibras ópticas apresentavam perdas extremamente elevadas, na ordem de 1000 dB/KM.
- Em 1977, já se fabricavam fibras com perdas menores, na ordem de dezenas de dB/KM.
- O grande passo no desenvolvimento das fibras ópticas foram as técnicas de fabricação de **préformas** vítreas de sílica.
- A partir de reações químicas no estado gasoso, usadas na produção de semicondutores, obtiveram-se materiais vítreos altamente puros.
- Estas técnicas possibilitaram a fabricação de fibras com baixíssimas perdas na transmissão de sinais ópticos.
- Dez anos após o trabalho de Kao, já era possível obter perdas na ordem de 0.20 dB/km na janela de 1550 nm.

# Espectro Eletromagnético

- Nas frequências ópticas, o espectro eletromagnético é classificado normalmente pelo **comprimento da onda** em **nm** (nanometro).
- As diferenças entre os diversos tipos de ondas estão na frequência e no comprimento de onda.
- A luz corresponde à faixa de comprimento de onda que é detectada pelo olho humano está entre 400nm a 700nm.
- Uma pequena faixa além do limite dos menores e maiores comprimentos de ondas visíveis, também é chamada de luz.



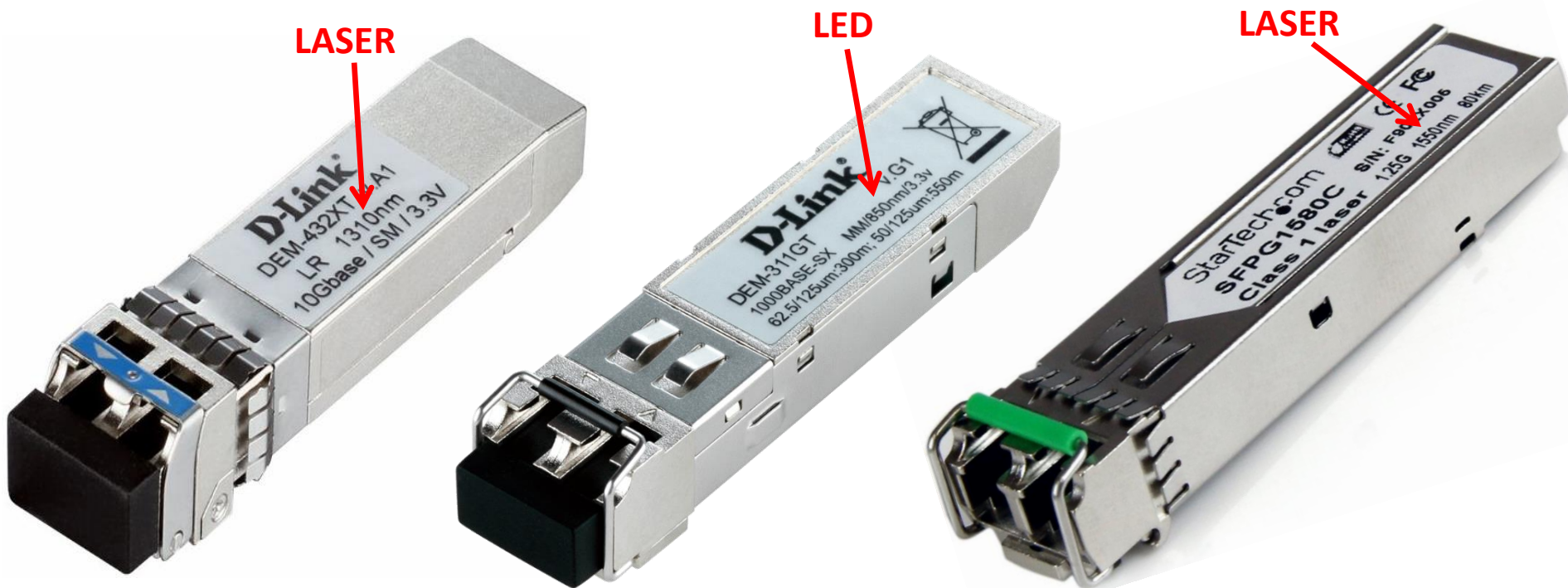
# Espectro Eletromagnético



# Comprimento de onda ( $\lambda$ )

Conforme mencionado, as frequências ópticas, são normalmente especificadas pelo **comprimento da onda** em **nm** (nanometro) e não pela sua frequência em Hz.

Na maioria dos componentes ópticos, encontrarmos a especificação dos principais comprimentos de onda utilizados:





# Vantagens da Fibras

- **Total imunidade a interferências eletromagnéticas**
- **Dimensões reduzidas.** Um cabo óptico de 6,30 mm de diâmetro, contendo duas fibras, possui a mesma capacidade de um cabo de 76,0 mm de diâmetro com 900 pares metálicos. Essa característica permite aliviar o problema de espaço e congestionamento de dutos nos subsolos.
- **Menor Peso.** Um trecho de cabo metálico de cobre com 94 kg pode ser substituído por um mesmo trecho de cabo de fibra óptica com 3,4 kg.





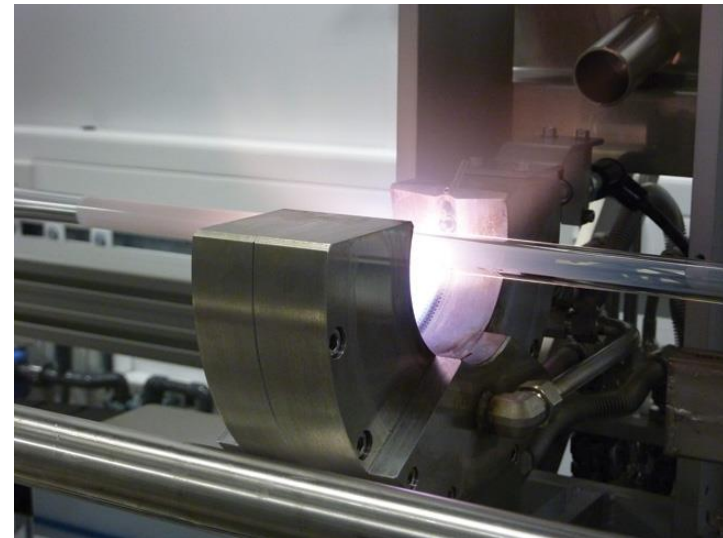
# Vantagens da Fibras

- **Segurança no tráfego de informações.** A tentativa de captação de sinais ópticos ao longo das fibras é facilmente detectável, pois produz um desvio muito grande da potência óptica transmitida.
- **Maiores distâncias nas transmissões.** Existem cabos ópticos que podem alcançar distâncias de até 400 km sem precisar de repetidor.
- **Maior capacidade de transmissão.** A capacidade de transmissão está relacionada não só ao tipo de fibra como também com a fonte de luz utilizada.
- **Atual relação custo-benefício.**

# Fabricação das Fibras Ópticas

Existem tipos diferentes de processos de fabricação de fibra óptica de sílica e a diferença entre eles está na etapa de fabricação da **preforma** (bastão que contém todas as características da fibra óptica, mas possui dimensões macroscópicas).

A segunda etapa de fabricação da fibra, o **puxamento**, é comum a todos os processos.



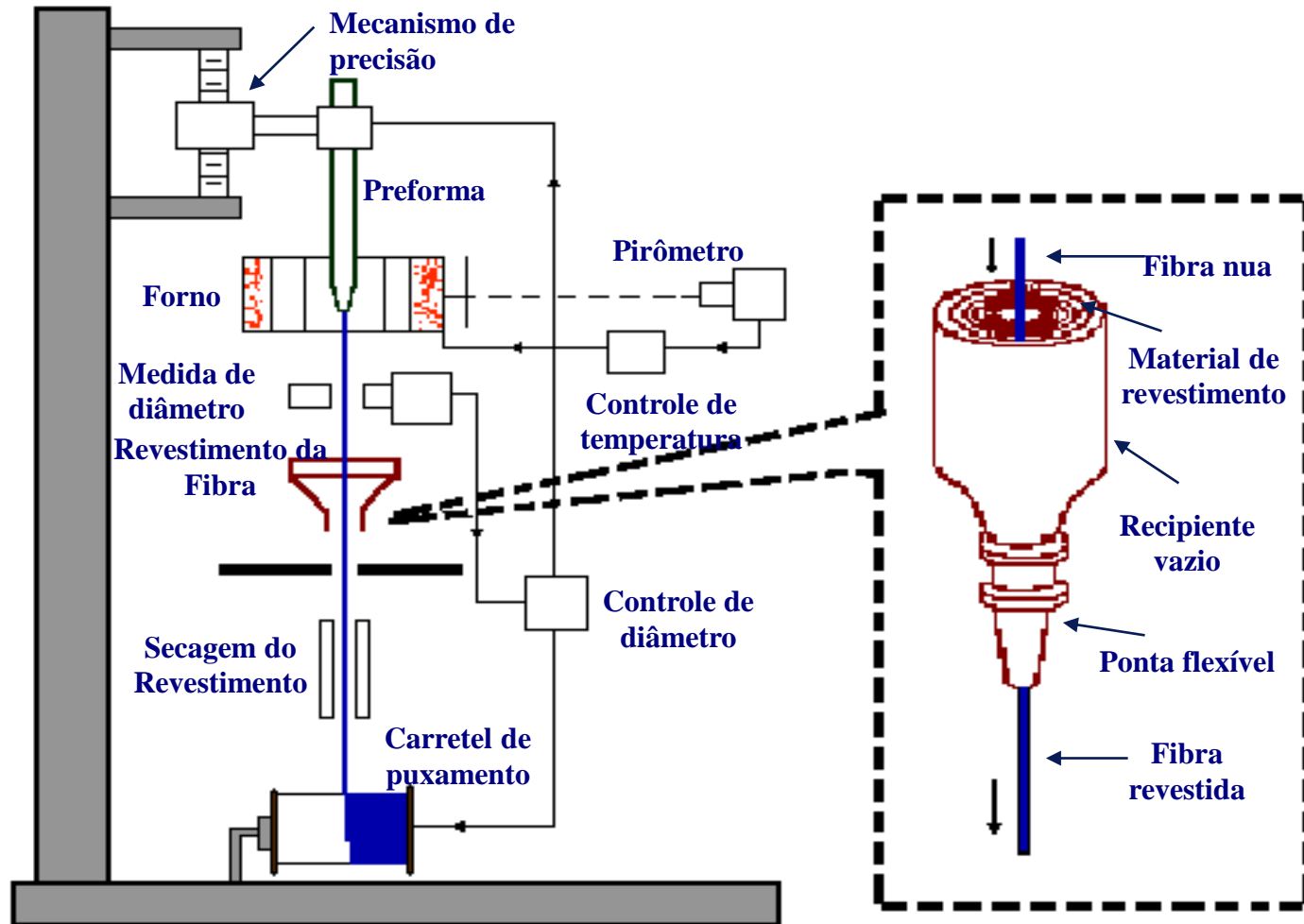
# Fabricação das Fibras Ópticas

As tecnologias de fabricação de preformas baseiam-se num processo de deposição de vapor químico (*Chemical Vapor Deposition–CVD*) interno ou externo, em que a sílica e os óxidos dopantes são sintetizados por oxidação em estado de vapor a alta temperatura.

As técnicas de deposição de vapor químico podem ser :

- **OVD** (Outside Vapor Deposition)
- **VAD** (Vapor – phase Axial Deposition)
- **MCVD** (Modified Chemical Vapor Deposition)
- **PCVD** (Plasma-activated Chemical Vapor Deposition)

# Fabricação das Fibras Ópticas



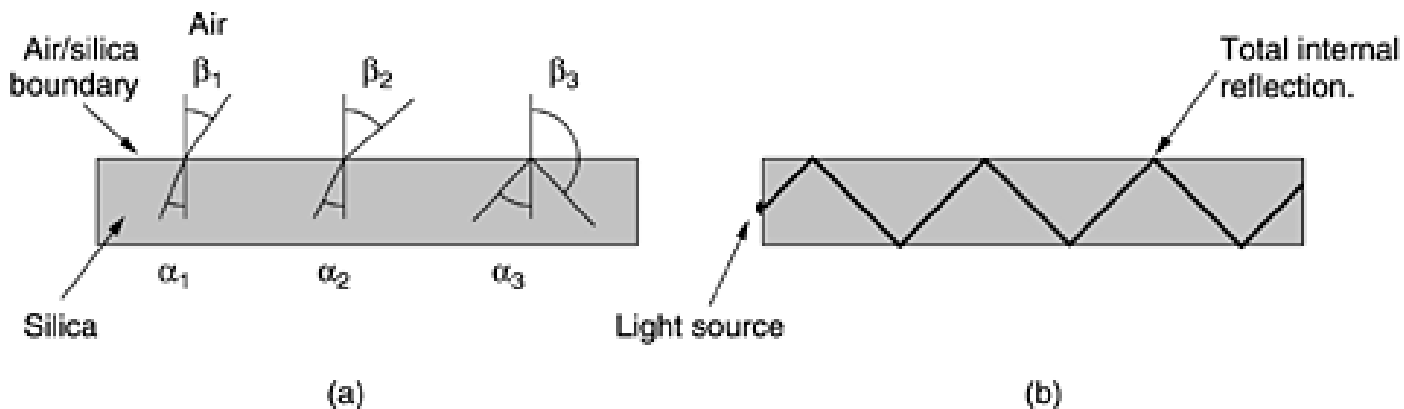
# Propagação da Luz

- Quando a densidade do meio ( $n$ ) é homogênea, a luz percorre este meio em linha reta, ou seja, a propriedade de propagação da luz é definida como sendo retilínea quando viaja em um meio uniforme.
- Quando a luz passa de um meio para outro, há uma mudança em sua trajetória.
- A classificação do meio depende da quantidade de luz que pode penetrar ou passar por eles:
  - ✓ **Transparente** é o material no qual a luz pode passar causando pouco ou quase nenhum efeito (a água, o ar, alguns plásticos e o vidro).
  - ✓ **Opaco** é o material através do qual a luz não pode passar.
  - ✓ **Translúcidos** estão entre os transparentes e os opacos, permitem a passagem parcial da luz através deles.

# Reflexão da Luz

Ocorre quando um feixe de luz atinge uma superfície e é desviada no mesmo meio.

No fenômeno da reflexão, o raio incidente e o raio refletido estão sempre no mesmo plano, e seus ângulos são iguais ( $i = r$ ).



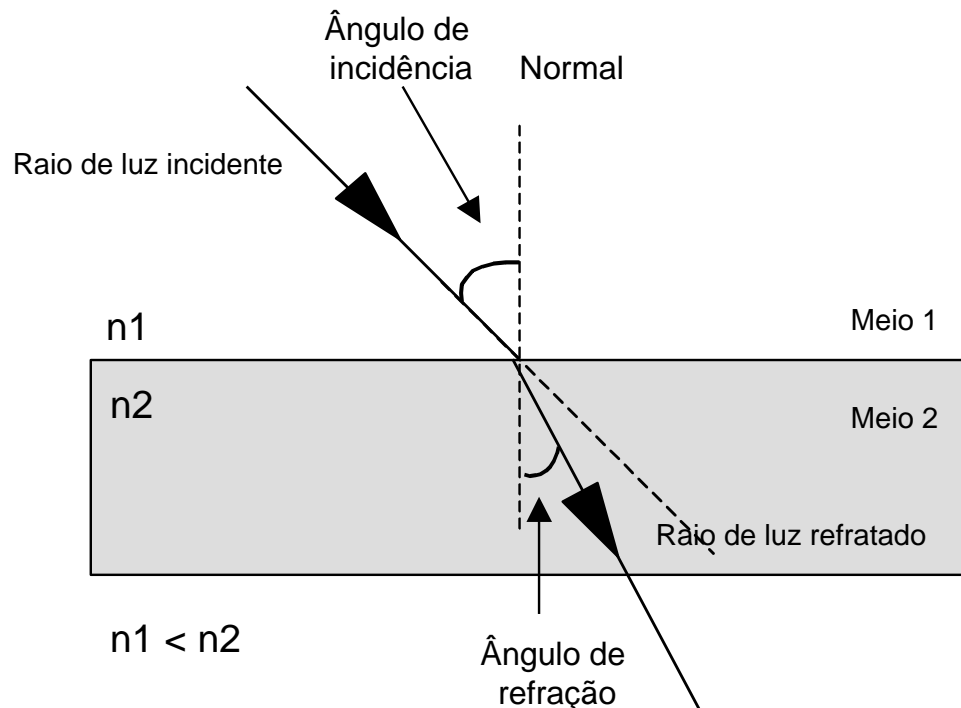
(a) Three examples of a light ray from inside a silica fiber impinging on the air/silica boundary at different angles. (b) Light trapped by total internal reflection.

[TANENBAUM, Redes de Computadores, 4ª ed.]

**Para reflexão interna total, o raio de incidência deve ser superior ao ângulo crítico.**

# Refração da Luz

- Ocorre quando um raio de luz atinge uma superfície e passa de um meio para outro com densidade diferente.
- Sempre que há refração da luz, ocorre também a reflexão, em menor intensidade.
- O ângulo formado entre a normal e o raio refratado é o ângulo de refração ( $r$ ).





# Índice de Refração

É definido como sendo a razão entre a velocidade da luz no vácuo (**c**) e a velocidade da luz no meio (**v**):

$$n = c / v$$

**n** = índice de refração do meio

**c** = velocidade da luz no vácuo

**v** = velocidade da luz no meio

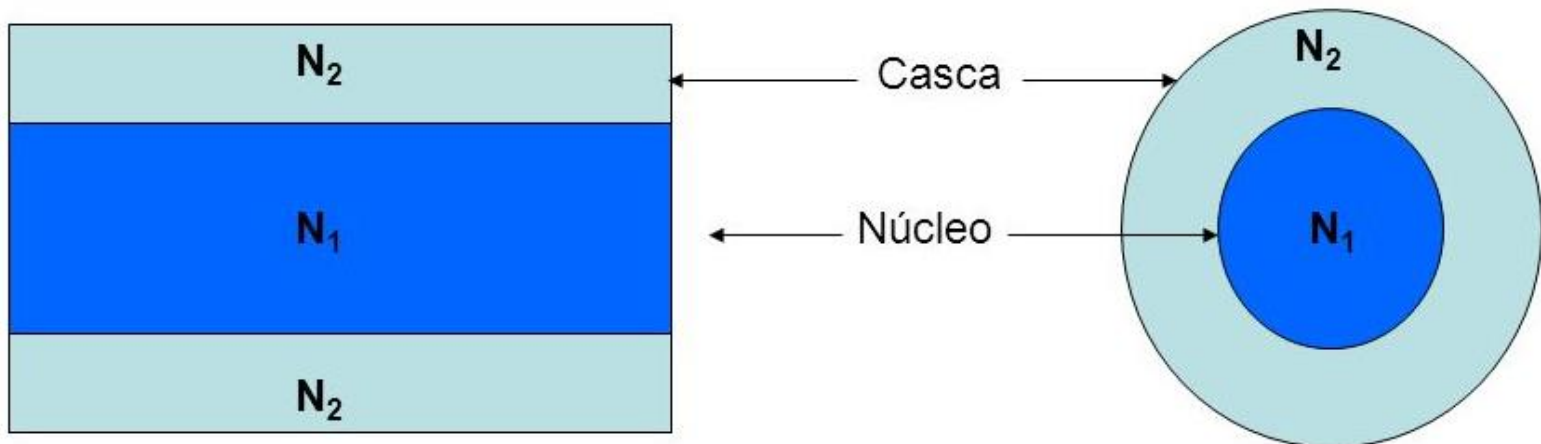
Material	Índice de refração (n)
Ar	1,00
Diamante	2,42
Álcool etílico	1,36
Quartzo	1,46
Vidro	1,50 a 1,90
Fibra óptica	1,50
Água	1,33

# Índice de Refração

A propagação da luz em fibras ópticas ocorre devido ao confinamento da radiação da luz no núcleo da fibra através do princípio de **reflexão interna total**, desde que a seguinte condição seja satisfeita:

$$n_{\text{núcleo}} > n_{\text{casca}}$$

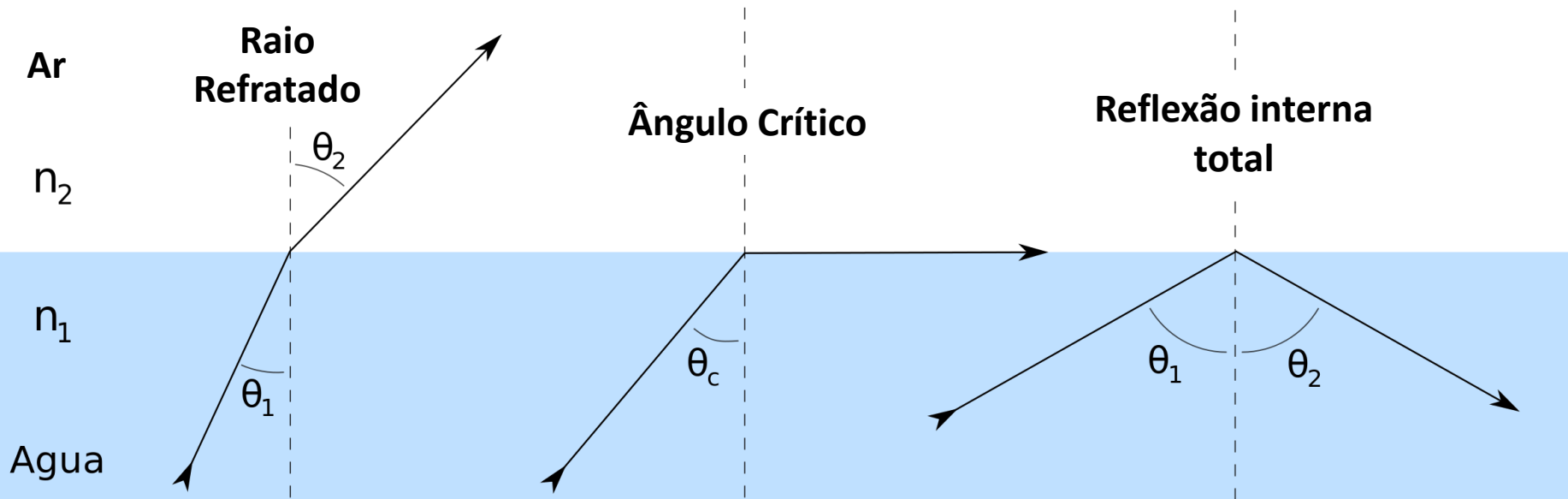
Ou seja, o índice de refração da núcleo deve ser maior que o índice de refração da casca.



# Ângulo Crítico

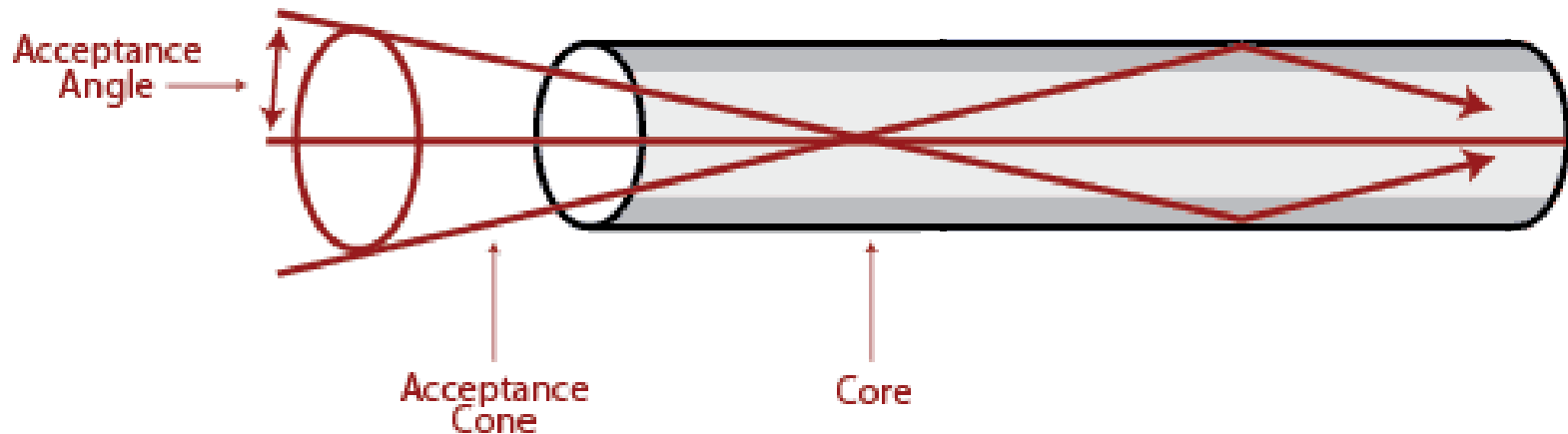
Situação em que o feixe de luz refratado será quase paralelo à superfície.

Se aumentarmos um pouco mais o ângulo de incidência ( $i$ ), até chegar ao ângulo crítico o feixe refratado desaparece e toda a luz passa a ser refletida. Esse fenômeno chama-se **reflexão interna total**.



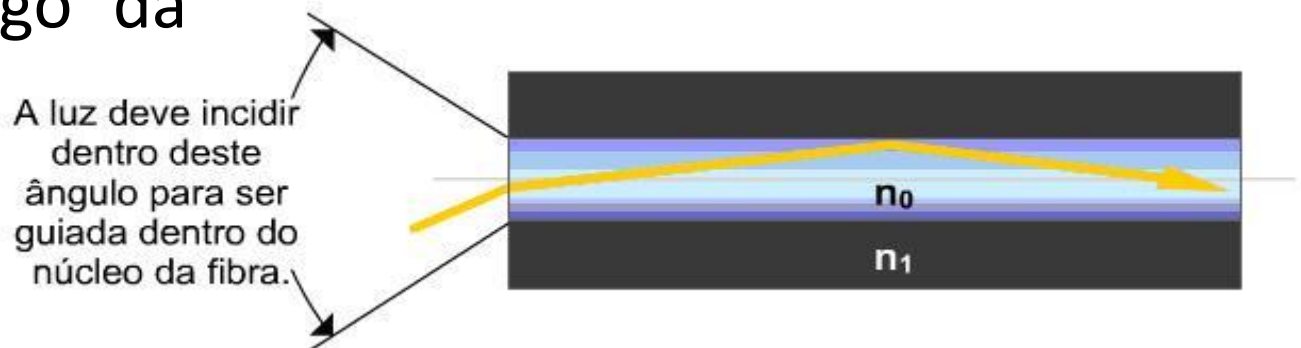
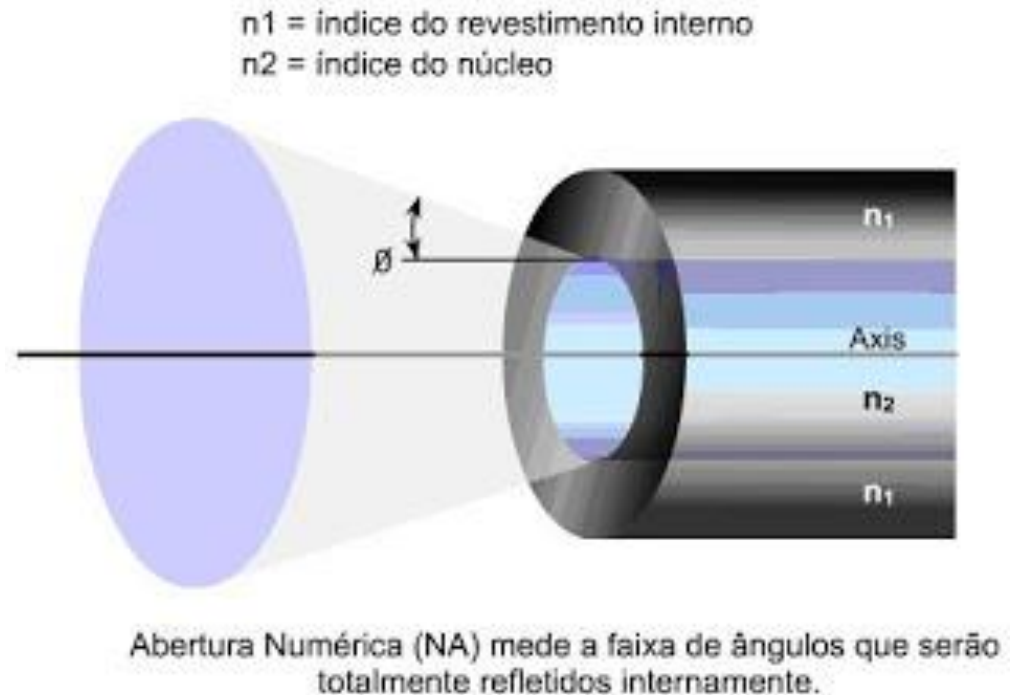
# Cone de Aceitação

O cone de aceitação ou também chamado “cone de captação”, determina o ângulo no qual o feixe de luz deverá ser injetado, para que ele possa se propagar ao longo da fibra óptica:



# Abertura Numérica

Dada pelo ângulo formado entre eixo imaginário localizado no centro da fibra, e um raio de luz incidente, de tal forma que este consiga sofrer a primeira reflexão necessária para a luz se propagar ao longo da fibra.



# Atenuação em fibras

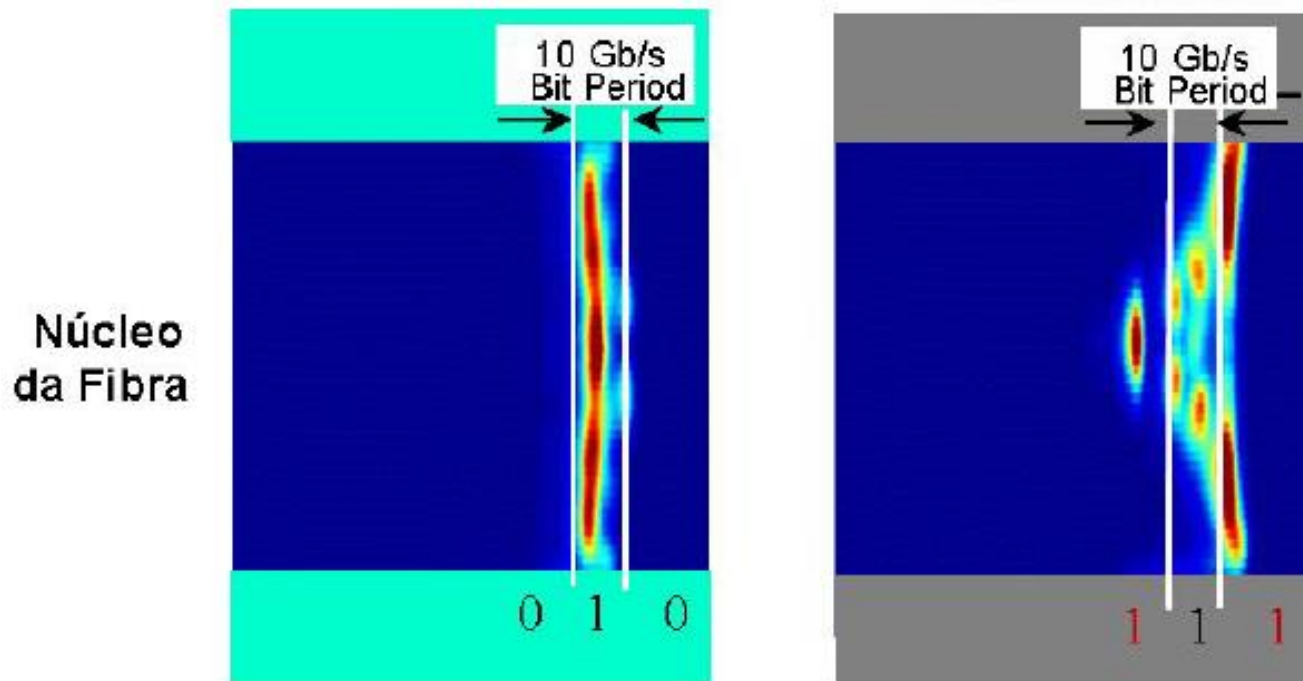
- A atenuação varia de acordo com o comprimento de onda da luz utilizada.
- Medida em **dB/km**, é a soma de várias perdas ligadas à estrutura do guia de onda e ao material que é empregado na fabricação das fibras.
- Também referenciada como Perda de Inserção (IL – *Insertion Loss*).
- Os mecanismos que provocam atenuação são:
  - ✓ **Dispersão ou Espalhamento**
  - ✓ **Absorção**
  - ✓ **Deformações mecânicas**

# Dispersão da Luz

## Dispersão Cromática

A luz é injetada numa fibra óptica na forma de um pulso que, ao longo da propagação **alargando temporalmente**.

A dispersão está relacionada com a distância percorrida pela luz na fibra. Numa transmissão digital, dificulta sua recepção pelo circuito receptor e sua posterior decodificação.



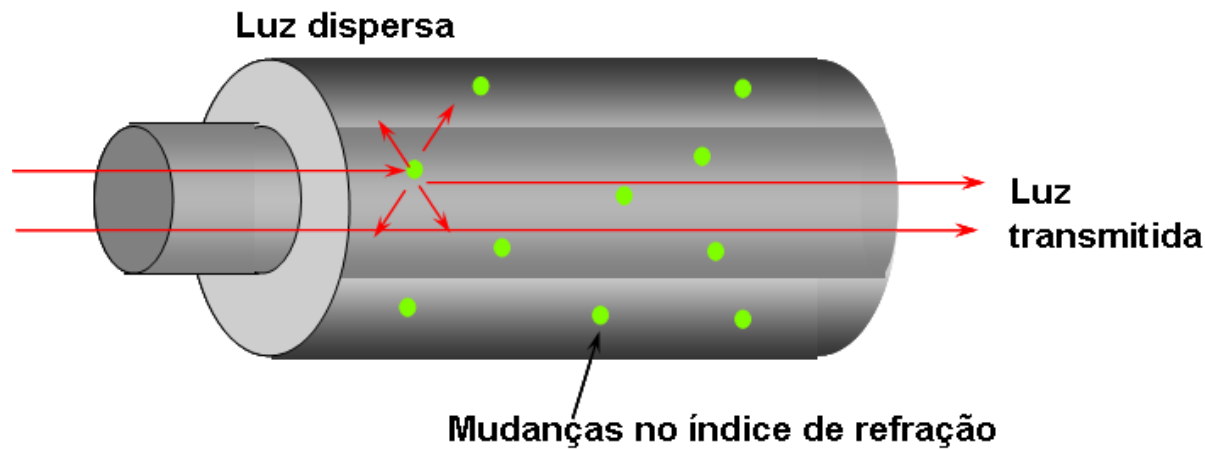


# Dispersão da Luz

## Dispersão de Rayleigh

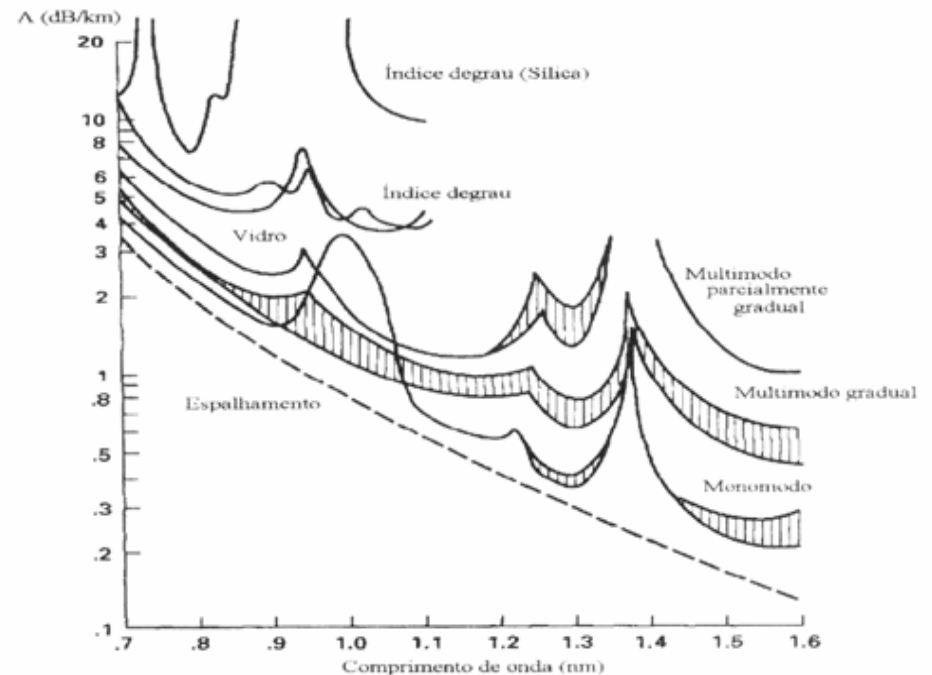
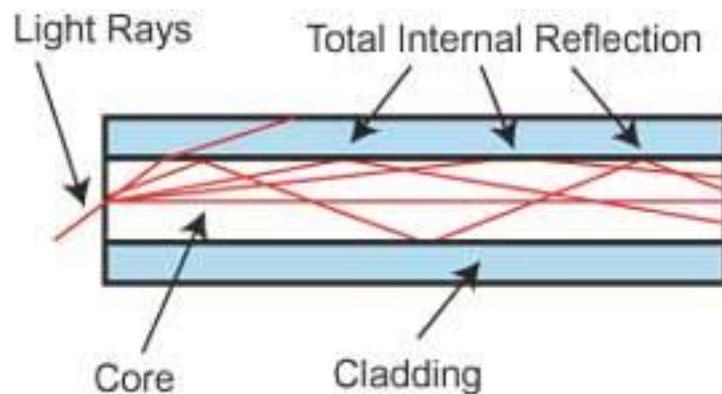
A dispersão Rayleigh ocorre quando a luz transmitida pelo núcleo da fibra, interage com as moléculas de silício em seu interior. É em outras palavras um tipo de **espalhamento da luz**.

Esse espalhamento é devido à não homogeneidade microscópica de flutuações térmicas, flutuações de composição, variação de pressão, pequenas bolhas, variação no perfil de índice de refração e etc, sendo responsável por mais de 90% da atenuação em fibras ópticas.



# Absorção

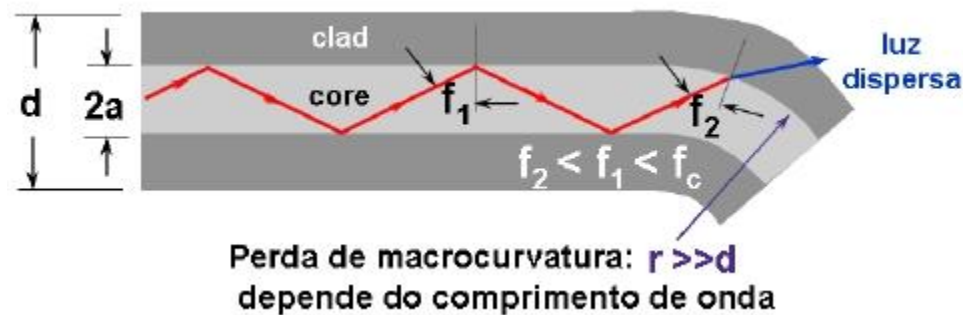
À medida que a luz se propaga pela fibra óptica, perde parte da potência por causa da absorção de luz na casca.



# Deformações mecânicas

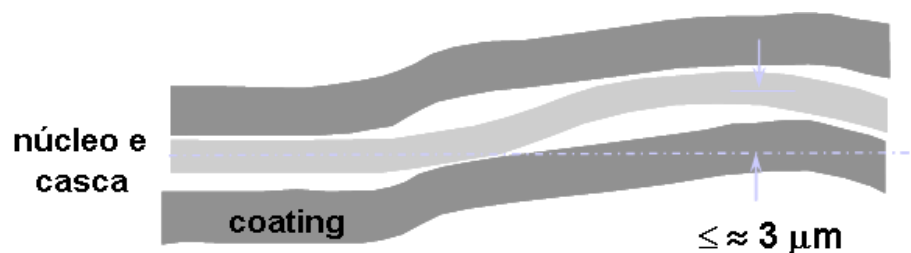
## Macrocurvaturas

Ocorre durante o processo de instalação, e afeta o raio de incidência e o ângulo crítico do raio de luz. A macrocurvatura ocorre em grande escala e é visível e reversível depois que a curvatura é corrigida.



## Microcurvaturas

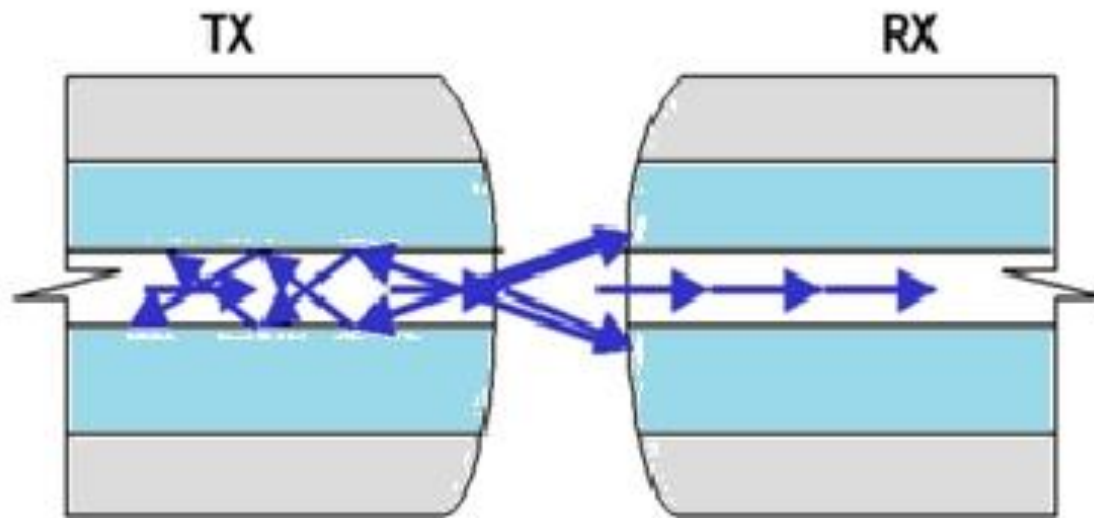
Curvatura causada por imperfeições na geometria cilíndrica da fibra ocorrida durante o processo de fabricação.



# Perda de Retorno

A perda de retorno (RL – *Return Loss*), ou reflectância, consiste na quantidade de potência óptica que é refletida na conexão e retorna até a fonte luminosa.

A causa principal está na face polida dos ferrolhos dos conectores, que refletem parte da luz ou por imperfeições no polimento da fibra.



# Fontes Luminosas

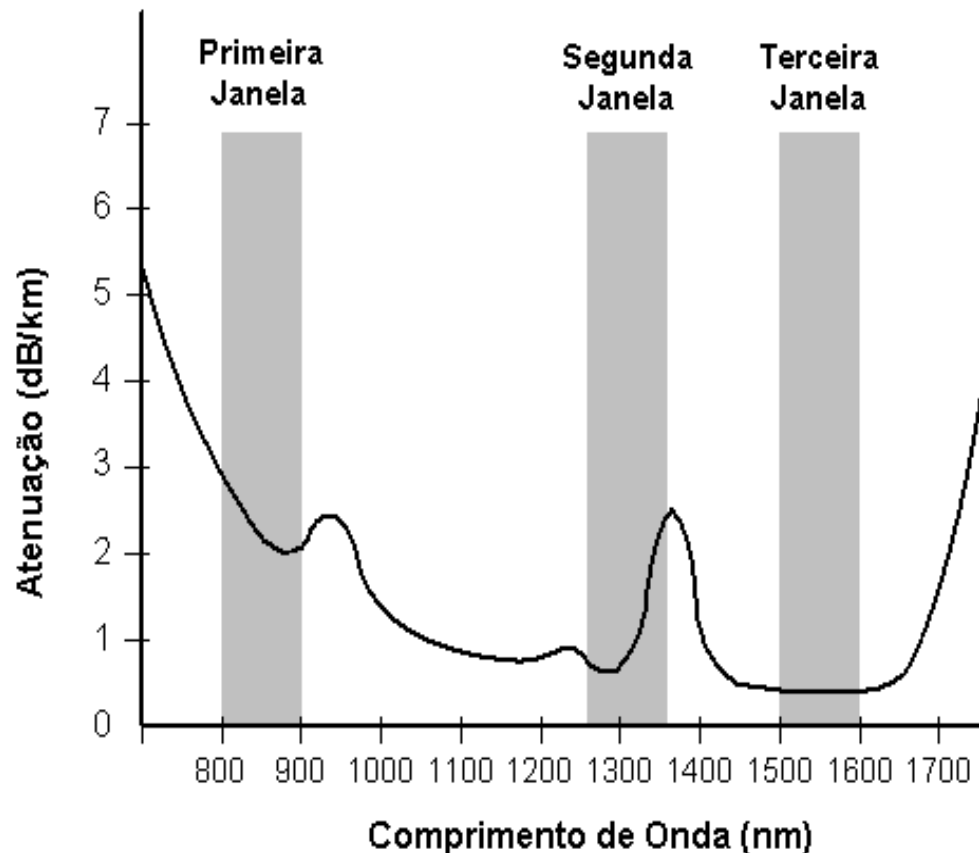
As fontes luminosas utilizadas para transmissão de dados em fibras ópticas são:

- **LED** (Light Emitting Diode);
- **ILD** (Injection **L**aser Diode);
- **VCSEL** (Vertical-Cavity Surface Emitting Laser).

	<b>LED</b>	<b>LASER (ILD)</b>	<b>VCSEL</b>
<b>Comprimento de onda</b>	850 nm ou 1300 nm	1310 nm ou 1550 nm	852 nm ou 1300 nm
<b>Velocidade</b>	$\leq 622$ Mbps	10 Gbps	10 Gbps
<b>Distância</b>	$\leq 2$ Km	$> 40$ km	$\leq 550$ m

# Janelas de Transmissão

As fontes ópticas, LED, ILD e VCSEL são fabricadas para emitirem luz num determinado comprimento de onda, chamado de comprimento de onda central, cujos valores nominais, utilizados em sistemas de telecomunicações correspondem às **janelas de transmissão**.



Janela	Faixa de Comprimentos de onda
1ª	800-900nm
2ª	1260-1360nm
3ª	1430-1580nm

Janela de transmissão	Comprimento de onda nm	Atenuação típica dB/Km
1ª janela	850	2,0
2ª janela	1300/ 1310	0,36
3ª janela	1550	0,20

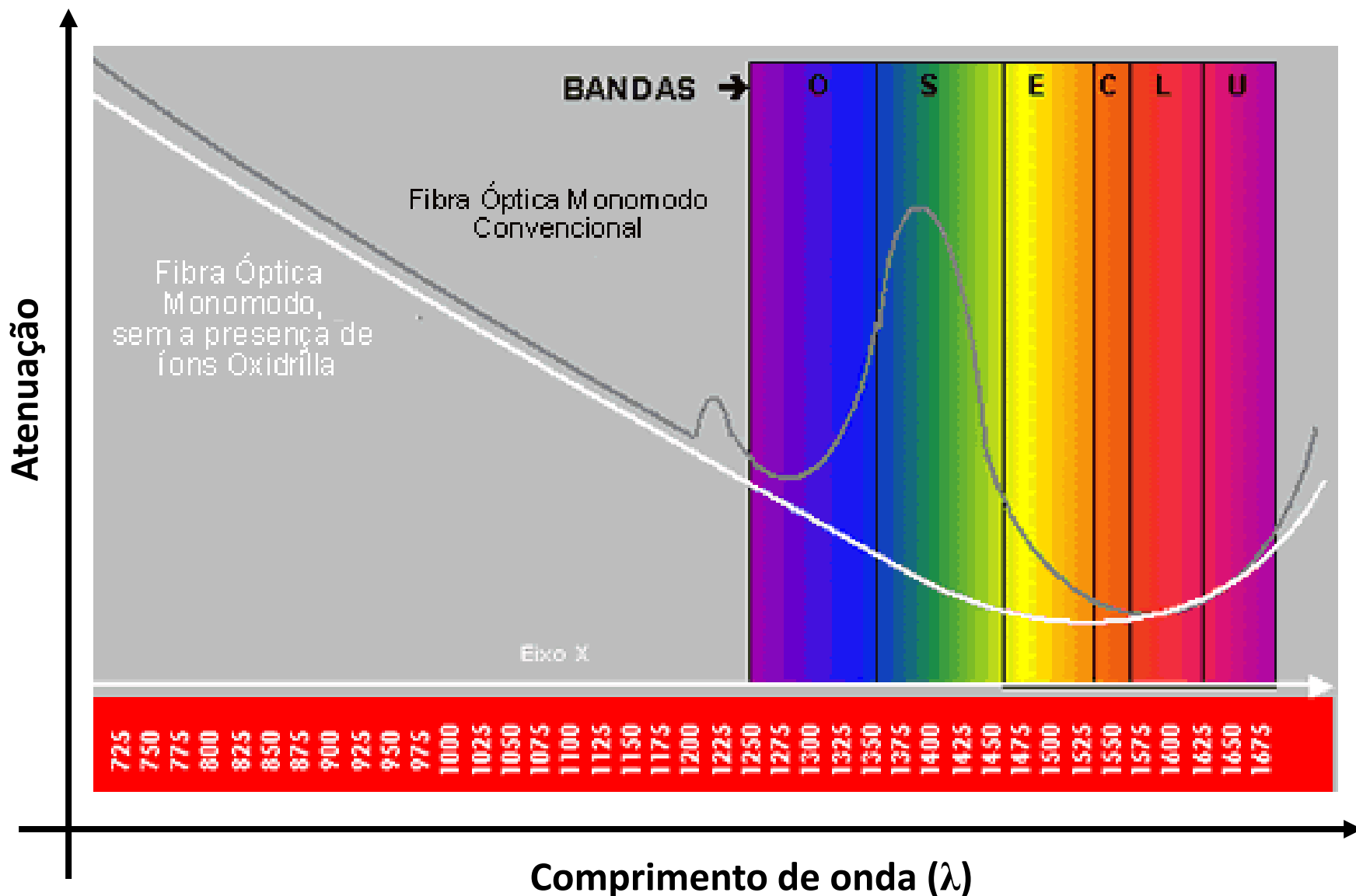
# Janelas de Transmissão

Algumas janelas ópticas de transmissão também são referenciadas através da subdivisão abaixo:

BANDA	Significado	Espectro Óptico	Largura da Banda
O	Original	1 . 260 a 1 . 360 nm	100 nm
S	Short	1 . 360 a 1 . 460 nm	100 nm
E	Expanded	1 . 460 a 1 . 530 nm	70 nm
C	Conventional	1 . 530 a 1 . 565 nm	35 nm
L	Long	1 . 565 a 1 . 625 nm	60 nm
U	Ultra Long	1 . 625 a 1 . 675 nm	50 nm

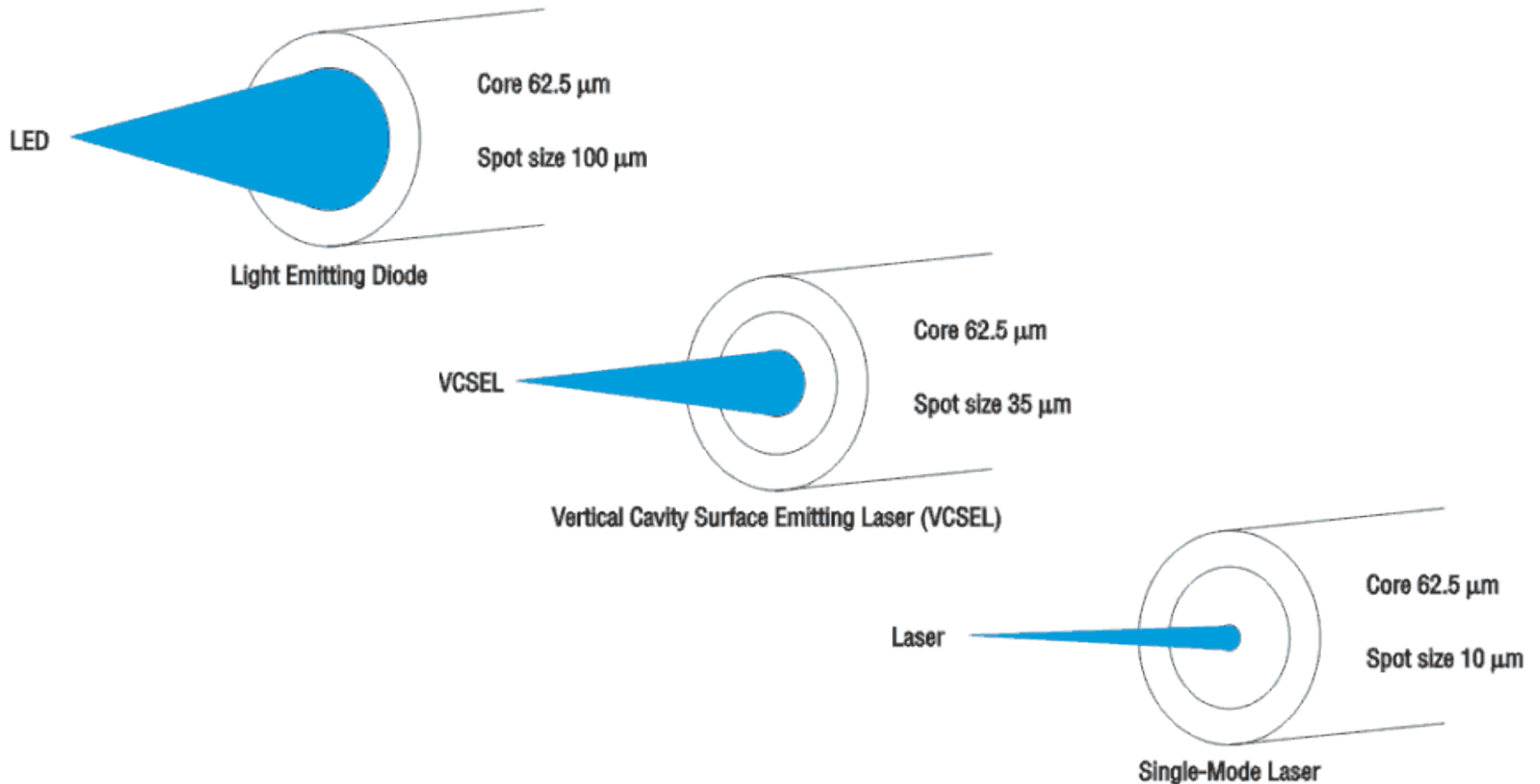


# Janelas de Transmissão



# Spot Size

**Spot Size** é o nome dado a região iluminada pela fonte óptica. Cada fonte de luz possui um spot size diferente:



# Interfaces para Fibra Óptica



**S** = Short wave

LED **850** nm

**L** = Long wave

LASER **1310** nm

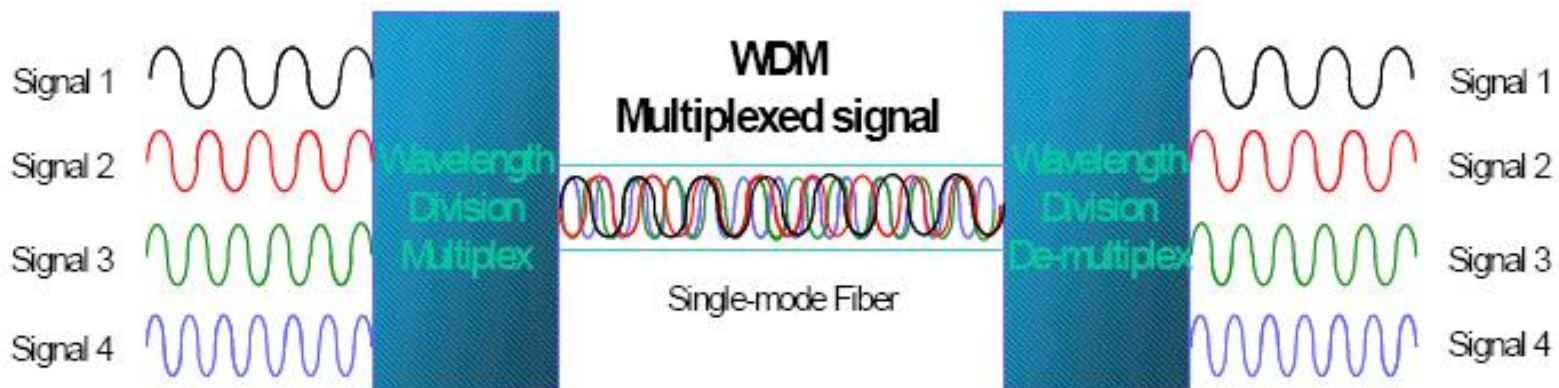
**E** = Extra long wave

LASER **1550** nm

# Modulação e Multiplexação Óptica

A **modulação** mais utilizada é a **On OFF Keying (OOK)**, onde o bit “1” é representado pelo pulso luminoso e a ausência do mesmo representa o bit “0”.

A **multiplexação** utilizada em sistemas de comunicações ópticas é o WDM (*Wavelength Division Multiplexing*) - Multiplexação por Comprimento de Onda.



# Multiplexação WDM

O primeiro sistema **WDM** desenvolvido utilizava **dois canais**, 1310nm e 1550nm, possibilitando a transmissão bidirecional numa mesma fibra. Pouco tempo depois surgiu a versão de **4 canais** foi denominada Wide Wavelength Division Multiplexing (**WWDM**). Há atualmente os seguintes tipos de sistemas WDM:

- **CWDM** (Coarse Wavelength Division Multiplexing): permite até **16 canais** com capacidade de transmissão de 2,5 Gbps.
- **DWDM** (Dense Wavelength Division Multiplexing): permite até **128 canais**. Estes canais podem transportar sinais de 10Gbps (OC-192/ STM-64) e em alguns sistemas chega-se a 40Gbps.
- **U-DWDM** (Ultra Dense Wavelength Division Multiplexing): permite até **256 comprimentos de onda** em uma única fibra óptica, sendo que cada comprimento de onda teria uma taxa de transmissão de 2.5 Gb/s, 10 Gb/s e até 40 Gb/s.

Em laboratório já foi possível a transmissão de 1022 comprimentos de onda em uma única fibra óptica, utilizando-se U-DWDM.

# Classificação das Fibras

Existe uma variedade de fibras ópticas, cada qual voltada a uma aplicação específica;

As fibras ópticas podem variar, de acordo com os materiais, dimensões e os processos de fabricação;

A classificação mais utilizada é quanto às características de transmissão, onde são utilizadas as seguintes fibras:

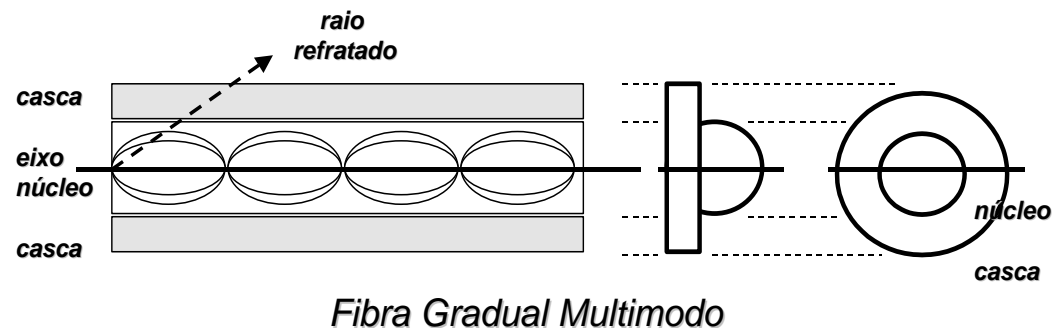
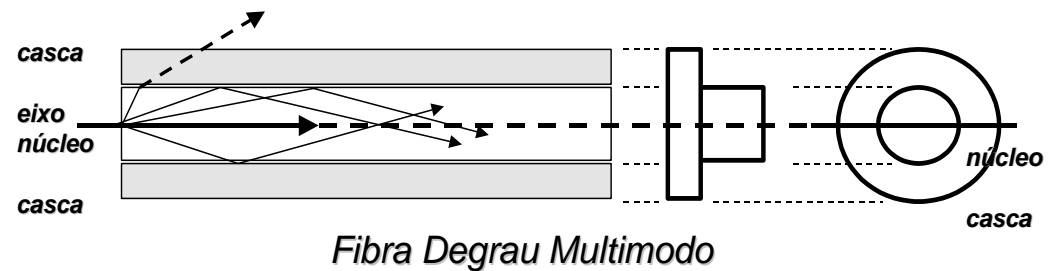
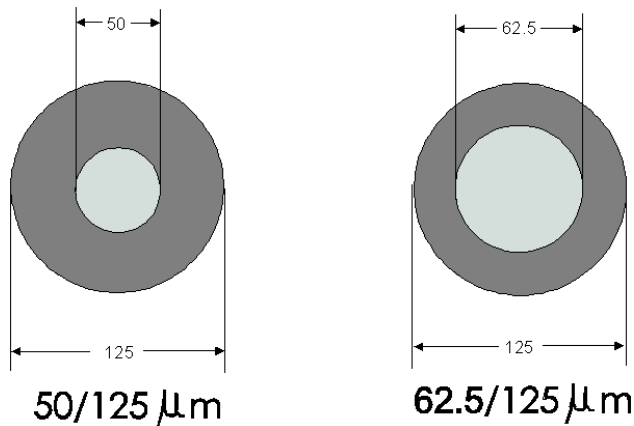
- As fibras **multimodo** (MM - Multi Mode)
- As fibras **monomodo** (SM - Single Mode)

# Fibra Multimodo (MM)

O núcleo da fibra multimodo oferece diversos modos de propagação para o feixe de luz percorrer o núcleo;

As aplicações com as fibras multimodo são restritas com relação à distância e à capacidade de transmissão;

As dimensões padronizadas no mercado são **núcleos de 50 ou 62,5  $\mu\text{m}$**  e casca de 125  $\mu\text{m}$ .



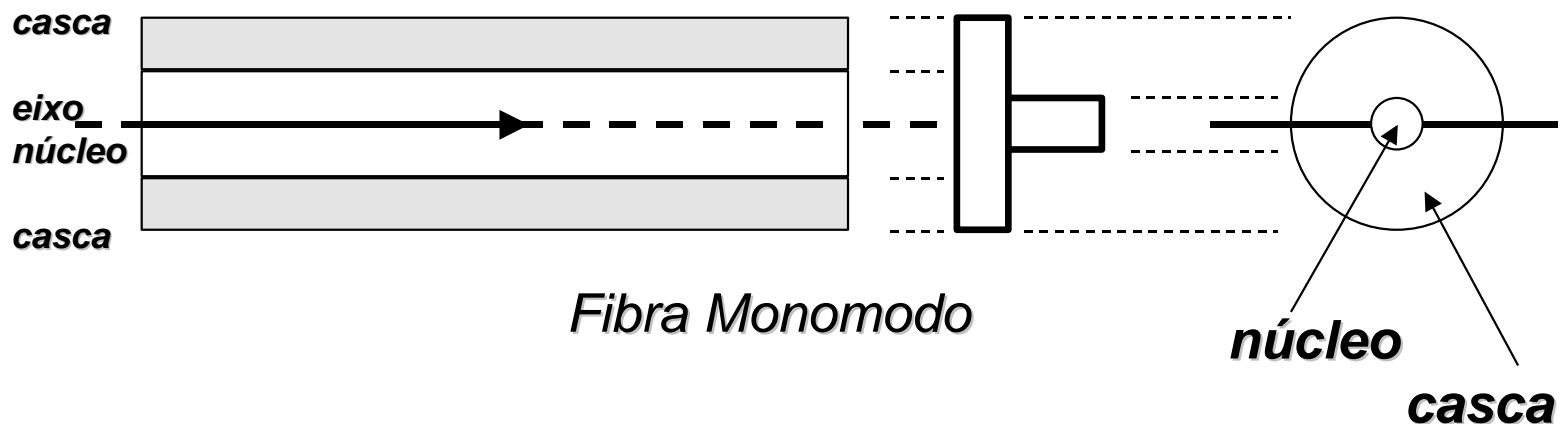


# Fibra Monomodo (SM)

As fibras monomodo possuem **um único modo de propagação** e a dimensão do **núcleo pode variar de 8  $\mu\text{m}$  à 10  $\mu\text{m}$**  com a casca em torno de 125  $\mu\text{m}$ ;

As características de transmissão das fibras monomodo são superiores às características das fibras multimodo;

As fibras monomodo, apresentam **atenuações menores** que as fibras multimodo, **aumentando a distância** das transmissões sem o uso de repetidores;



# Nomenclatura ISO para Fibras

Multi-mode Fibers	OM1	62.5 / 125 $\mu\text{m}$	Multimodo Convencional
	OM2	50 / 125 $\mu\text{m}$	
	OM3	50 / 125 $\mu\text{m}$	Multimodo otimizada para altas taxas
	OM4	50 / 125 $\mu\text{m}$	
Single-mode Fibers	OS1	$\sim 8-10$ / 125 $\mu\text{m}$	Monomodo Convencional
	OS2	$\sim 8-10$ / 125 $\mu\text{m}$	Monomodos especiais, tais como: LWP, ZWP e BLI.

# Nomenclatura ISO para Fibras

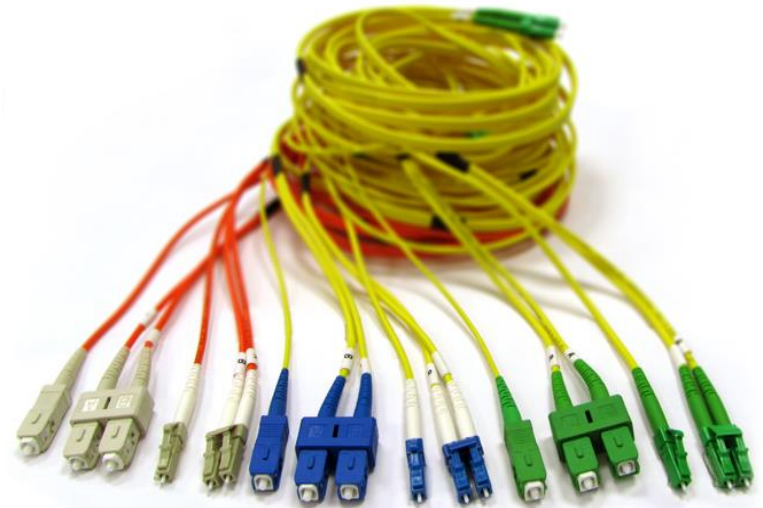
Classificação ISO 11801	Núcleo (mícrons)	Janela (nm)	Distância (m)	
			1 Gb/s	10 Gb/s
OM1	62.5	850	275	33
OM2	50	850	550	82
OM3	50	850	970	320
OM4	50	850	1040	550
OS1	8-9	1310	10 km	5 km
		1550	70 km	40 km

# Fibras BLI

Padronizadas através da norma ITU-T G.657A, as fibras **BLI** (***Bending Low Insensitive***) são indicadas quando há grandes restrições de espaço e necessidade de utilização de dutos já existentes.

Foram especialmente desenvolvidas para atender as transmissões no ambiente do assinante, dando total suporte para as instalações FTTx, onde são encontrados pequenos diâmetros de curvatura e condições adversas de infraestrutura.

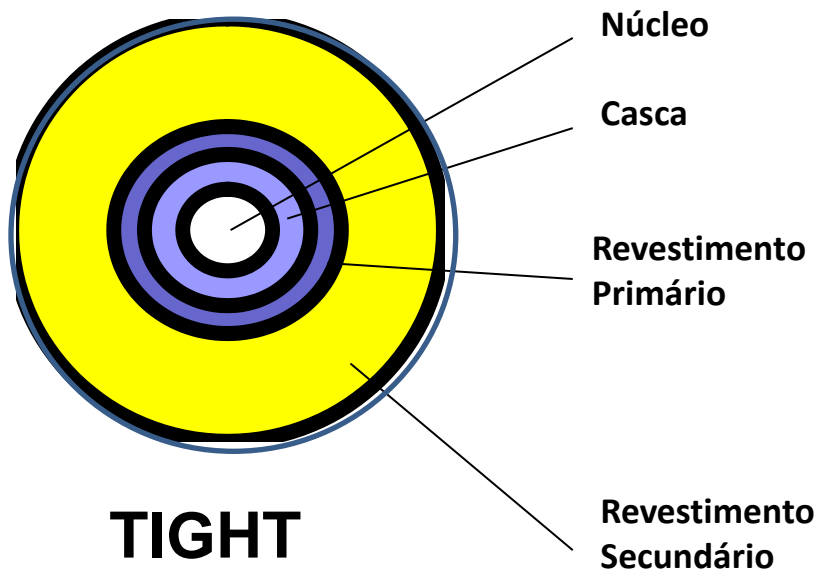
Esta fibra apresenta uma perda de curvatura muito pequena e pode ser utilizada em todo o espectro de comprimentos de onda, de 1260 até 1625nm, mesmo quando submetida a curvas menores que 20mm.



# Cabos Ópticos

A reunião de várias fibras ópticas revestidas de materiais que proporcionam resistências mecânicas e proteção contra intempéries denomina-se **cabo óptico**

Os cabos ópticos podem ser classificados, de acordo com a sua construção, como **tight**, **loose**, **groove** e **ribbon**.



Cabos **Tight** são para o **uso em ambientes internos**.

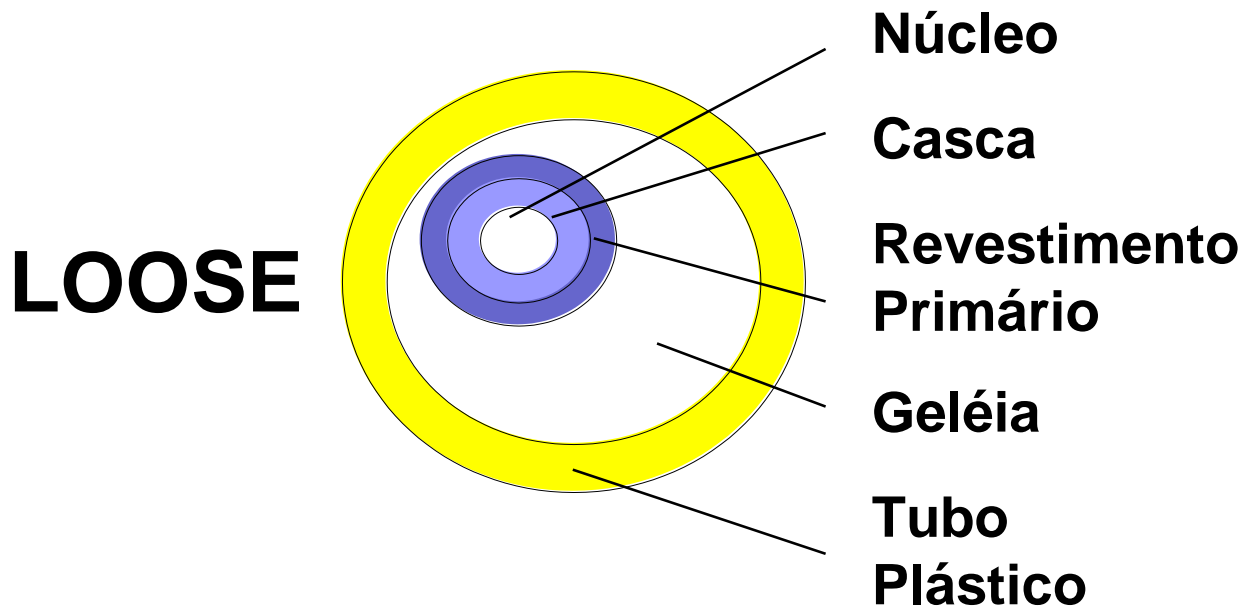
Este tipo de acabamento também é utilizado na produção de cabos de terminação de rede (cabos DROP) e em cordões ou extensões ópticas.

# Cabos Ópticos

Os cabos tipo **loose** foram desenvolvidos para o **uso externo**.

As fibras ópticas são acondicionadas soltas no interior de um tubo plástico (loose) **preenchido com gel** ou pó para proporcionar proteção contra a umidade e choques mecânicos, evitando a fadiga ou stress da fibra óptica.

**Cabos geleados não devem penetrar mais do que 15m no prédio**, sendo necessária a sua conversão para cabo de uso interno (TIGHT), com classificação de flamabilidade.



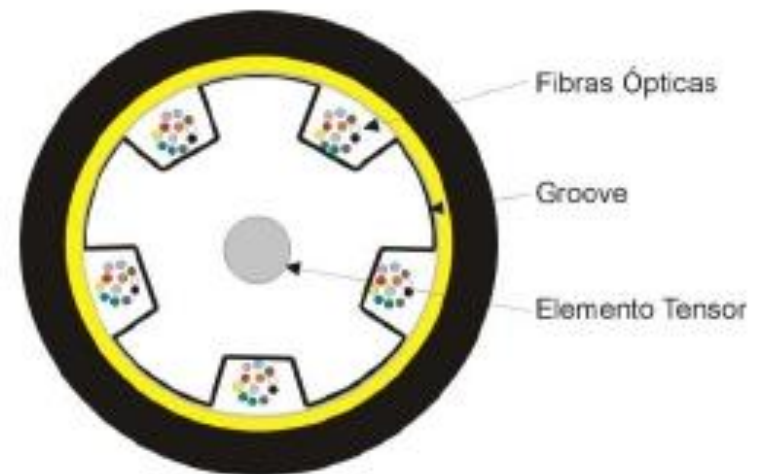
# Cabos Ópticos

## Cabos Groove:

As fibras ópticas são depositadas soltas nas ranhuras em formato de “V” em um corpo com estrutura estrelar.

Geralmente, esse corpo estrelar apresenta um elemento tensor no seu centro para proporcionar maior resistência mecânica ao cabo.

Esse cabo é utilizado em aplicações onde é necessário um número grande de fibras e é comum em cabos do tipo OPGW.



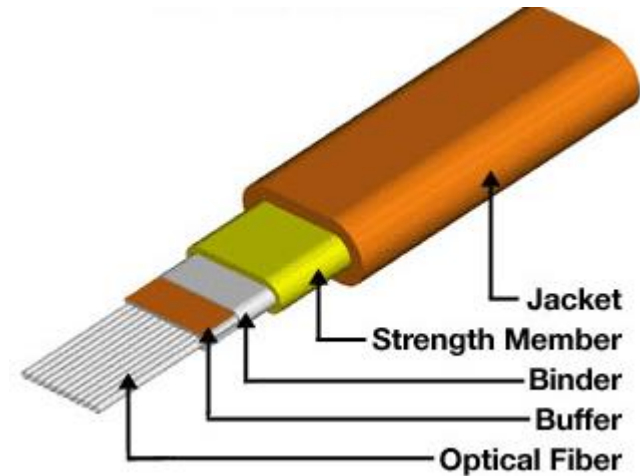
# Cabos Ópticos

## Cabos Ribbon:

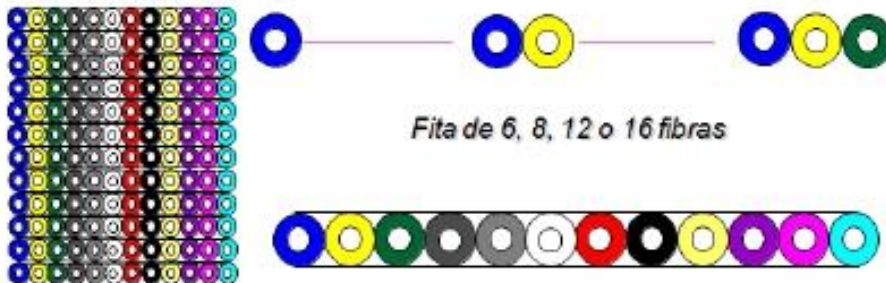
As fibras são envolvidas por uma camada plástica plana com formato de uma fita (ribbon), que são empilhadas formando um bloco compacto.

Este cabo é utilizado em aplicações em que é necessário um número muito grande de fibras ópticas (4.000 fibras).

A solução de alta densidade com conectores MPO é um exemplo de cabo ribbon.



Estrutura Ribbon





# Cabos Aéreos Especiais

Os cabos **aéreos auto-sustentados** desenvolvidos para linhas de transmissão de energia elétrica de até 500 KV e grandes distâncias entre as torres.

Neste tipo de instalação como o campo magnético é altíssimo, a capa plástica do cabo pode ser corroída, reduzindo sua resistência mecânica. Para isso, existem cabos que possuem revestimento externo especial que resiste a estes campos elevados.

Atualmente já existem cabos projetados e instalados em redes de 230 KV, com vãos entre postes de até 1100 metros.



Detalhe do efeito  
“**tracking**” em cabos  
próximos a elevados  
campos magnéticos

# Cabos OPGW

Os cabos **OPGW** (*Optical Ground Wire*) são cabos tipo para-raios com um núcleo de fibra óptica para instalação em torres de transmissão de energia de alta tensão.

Suas partes metálicas são capazes de suportar correntes extremamente altas.



# Cabos Ópticos Submarinos

Utilizam as mesmas fibras ópticas para aplicação terrestre, porém com um encapsulamento de cabo extremamente estanque para suportar as adversidades do ambiente submarino.



Abaixo, um site com um mapa interativo e atualizado dos cabos submarinos que interligam os continentes:

<http://submarine-cable-map-2014.telegeography.com>



# Amplificadores EDFA

## *(Erbium Doped Fiber Amplifier)*

Estes amplificadores são constituídos fibra dopada com érbio, utilizando nanotecnologia de processamento de materiais. São de 15 a 30 metros de fibra EDFA para recuperar a intensidade do sinal e evitar a perda da informação.

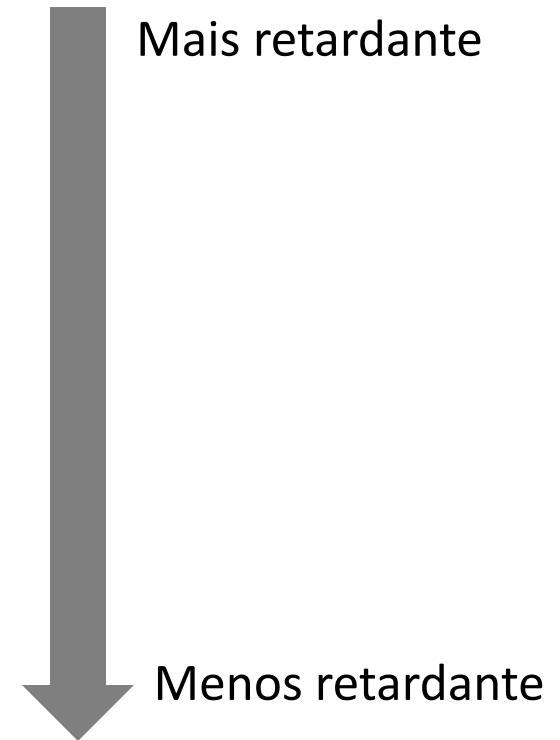
Os EDFA substituem os regeneradores elétricos, expandem as distâncias dos “links” ópticos e contribuem para o desenvolvimento de sistemas avançados que são aplicados em sistemas WDM.



# Classificação de Flamabilidade

As normas **ANSI/TIA 568-C** e a **NBR 14705** definem as classificações e aplicações dos cabos ópticos em função das características de propagação à chamas.

Classificação	Simbologia (NBR)
Cabo de baixa emissão de fumaça livre de halogênio (óptico ou metálico)	LSZH
Cabo óptico Plenum	COP
Cabo óptico Riser	COR
Cabo óptico geral ou cabo óptico interno	COG

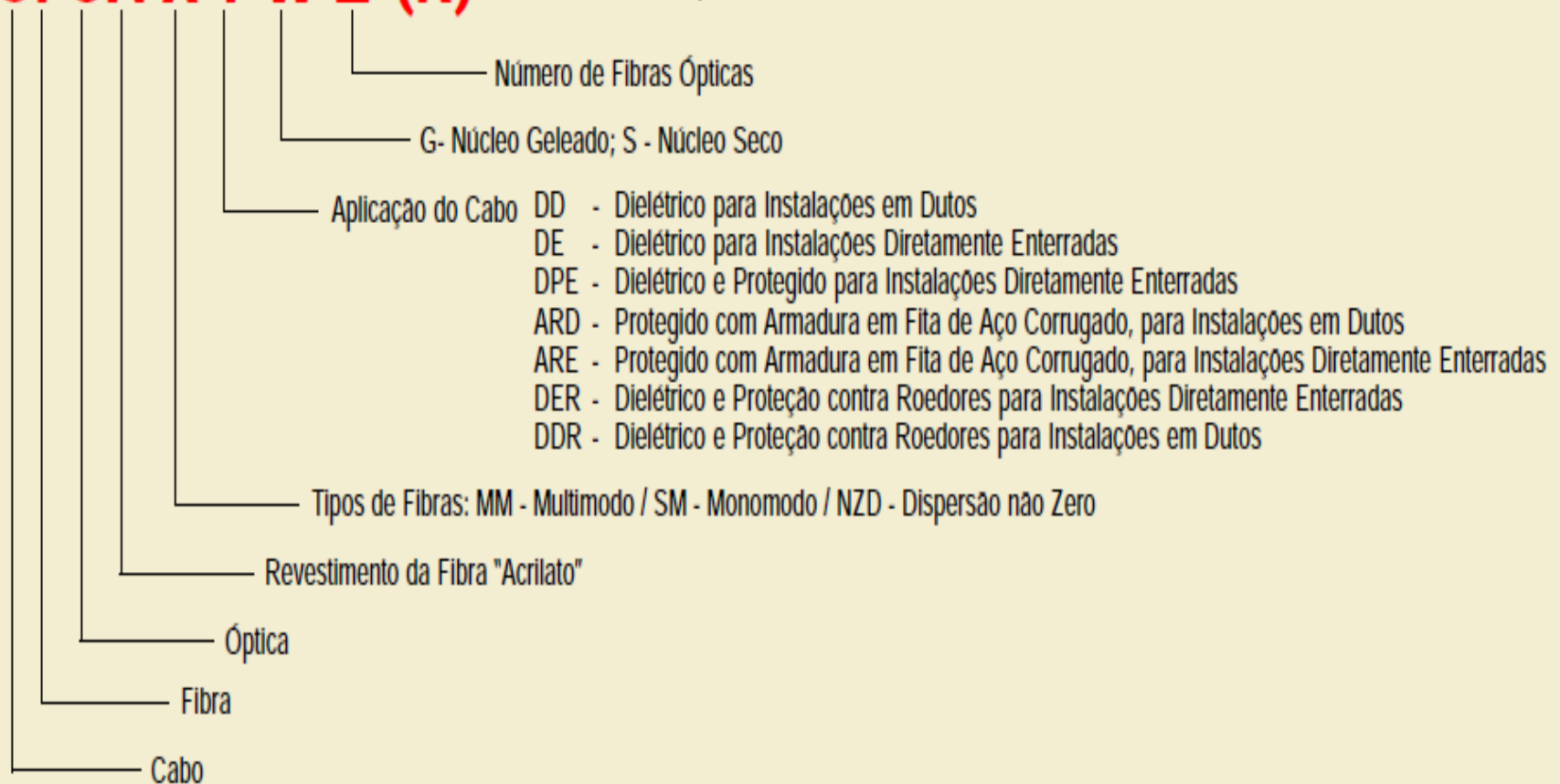


# Nomenclatura dos Cabos Ópticos

## Nomenclatura

## Rede Externa Subterrânea

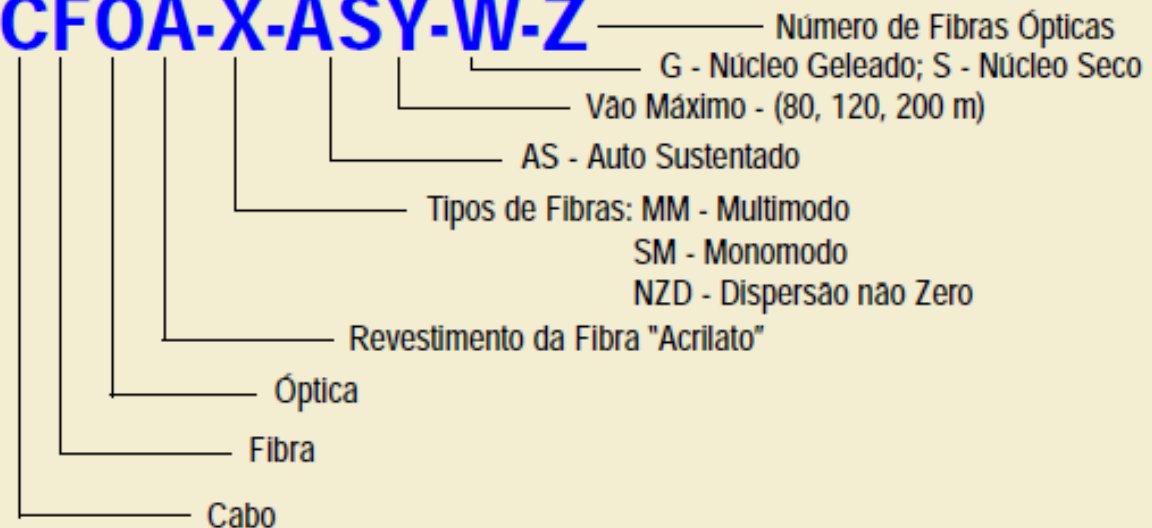
**CFOA-X-Y-W-Z (K)** — Características Especiais: PFV - Proteção com Fibra de Vidro / PPU - Proteção com Elemento Pultrudado



# Nomenclatura dos Cabos Ópticos

## Rede Externa Aérea

**CFOA-X-ASY-W-Z**



**CFOA-X-LVY-W-Z-K**



# Nomenclatura dos Cabos Ópticos

Considerando a nomenclatura definida pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), as construções básicas de cabos ópticos podem ser identificadas pelas seguintes codificações:

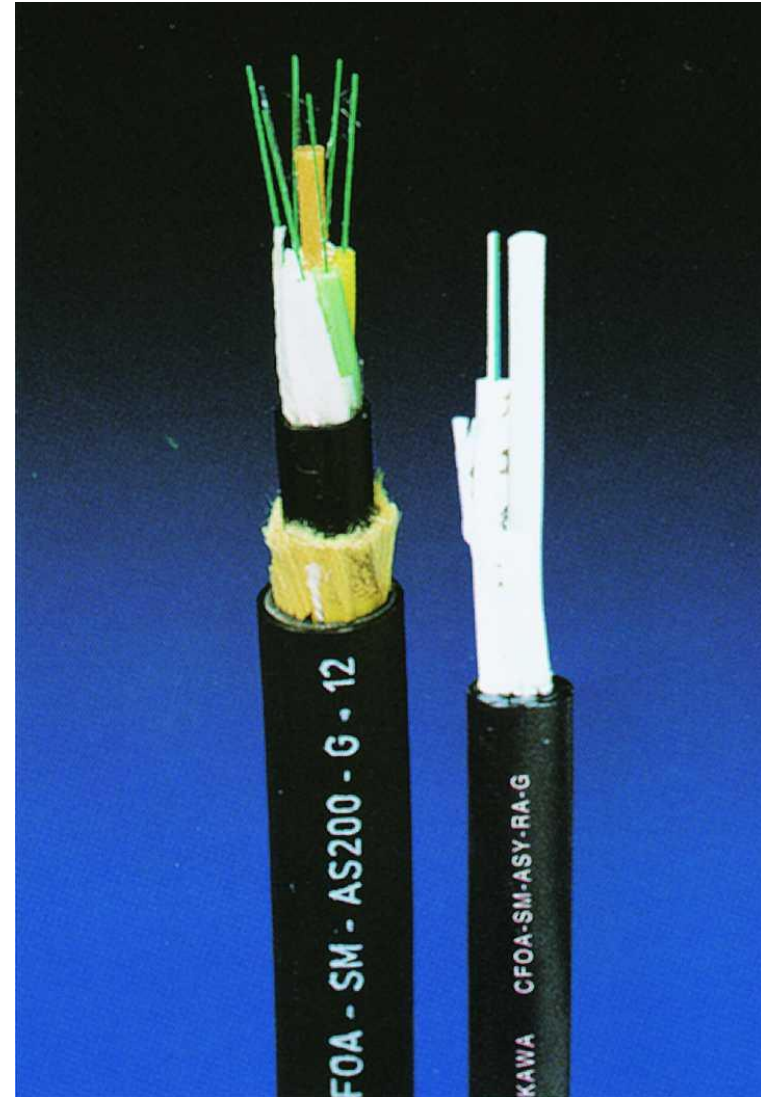
- **CFOI**: cabo óptico **interno**
- **CFOT**: cabo óptico de terminação (**interno/externo**)
- **CFOA**: cabo óptico **externo**



# Rede Externa Aérea

Os cabos da rede externa aérea são caracterizados pela sua capacidade de ser **auto suportados**, utilizando uma ferragem apropriada, e dispensando a guia de aço, porém, também necessitam de proteção contra umidade.

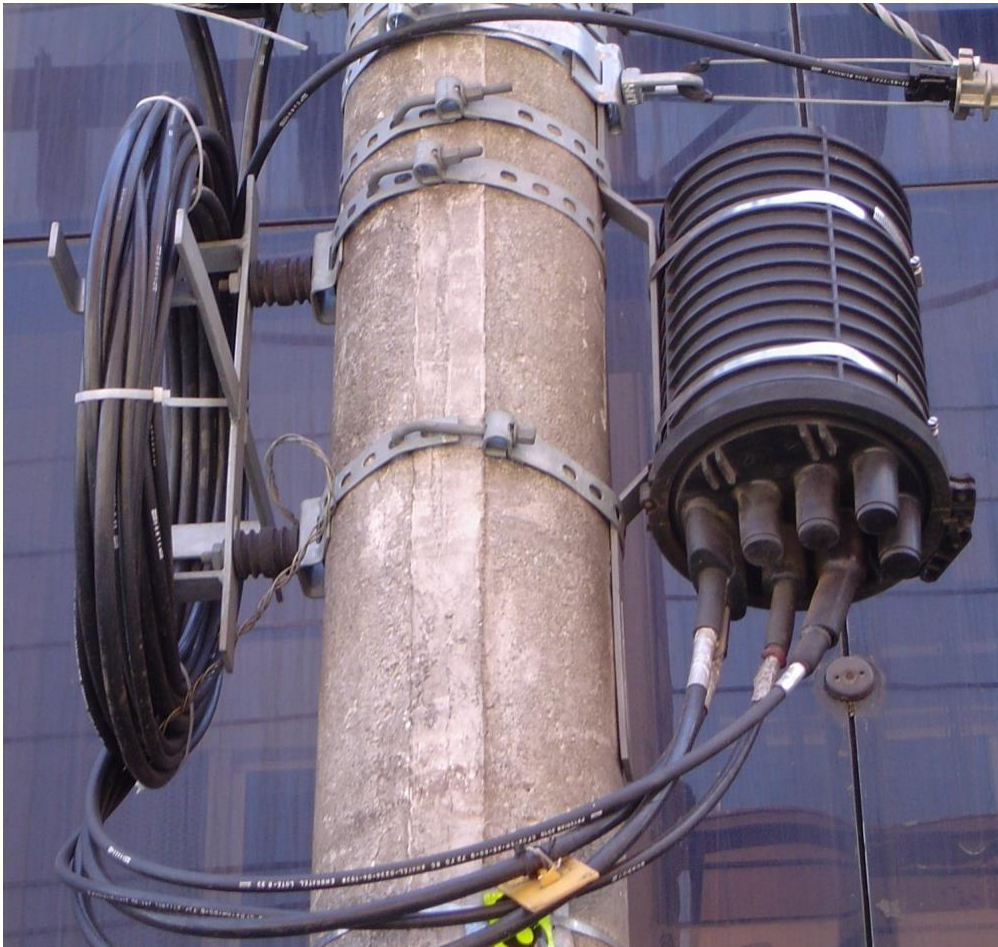
Existem também cabos desprovidos de um elemento de sustentação, chamado **cabo espinado**. Para instalar um cabo espinado é necessário um cabo que o sustente, sendo este denominado cabo mensageiro.



# Rede Externa Aérea

Os cabos da rede externa aérea são emendados (por fusão) em caixas de emendas de cabos ópticos aéreos auto sustentados ou espinados em cordoalha. Existem diversos modelos com densidades diferentes.

Podem ser instaladas em postes e também em caixas subterrâneas.





# Caixas de Emendas Ópticas

Caixa de Emenda **Externa**



mini-DIO



DIO (Distribuidor **Interno** Óptico)

# DIO – Distribuidor Interno Óptico

O DIO é o acessório de terminação do cabo óptico que possibilita o roteamento das fibras ópticas conforme a necessidade de aplicação na rede.

DIO **HD144** da Furukawa



DIO **B48** da Furukawa



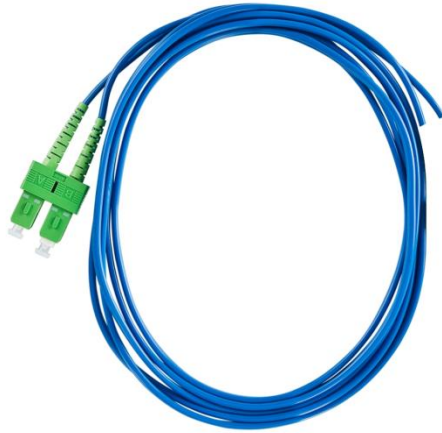
mini-DIO **BW12** da Furukawa



# Componentes do DIO (inclusos no Kit)



# Componentes do DIO (vendidos a parte)



**EXTENSÃO ÓPTICA CONECTORIZADA**



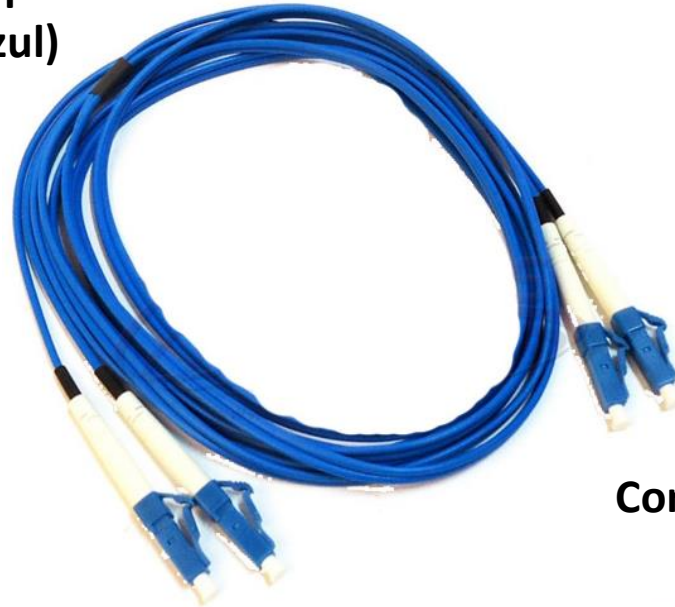
**ADAPTADOR ÓPTICO**



**CORDÃO ÓPTICO**

# Cordões Ópticos

**Cordão óptico SM  
(Azul)**



**Cordão óptico MM 50.0  
(Amarelo)**



**Cordão óptico MM 62.5  
(Laranja)**





# Conectores Ópticos



**ST**



**SC**



**FC**



**LC**



**MU**



**ESCON**



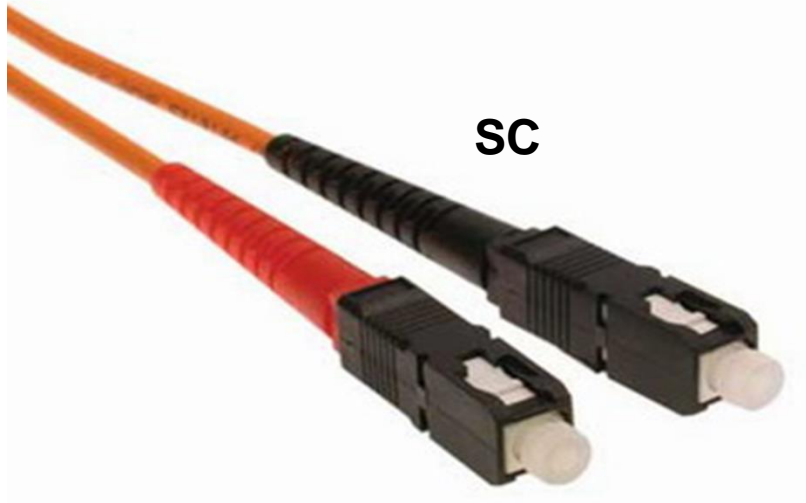
**MTRJ**



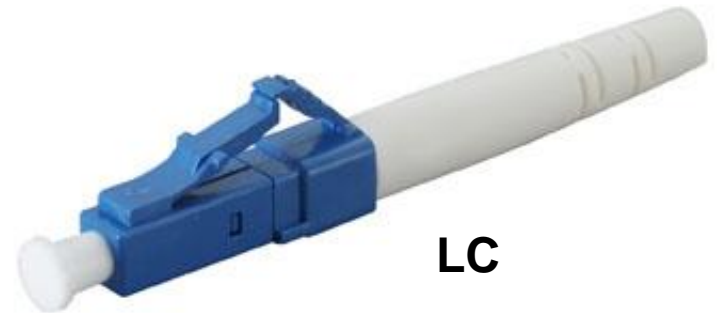
**VF45**



# Conectores Ópticos



**SC**

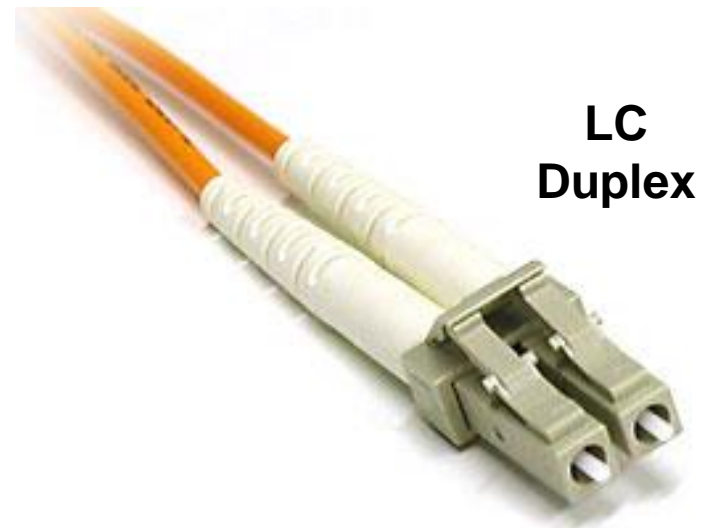


**LC**



**ST**

Padronizado pela  
TIA/EIA 568 em 1991

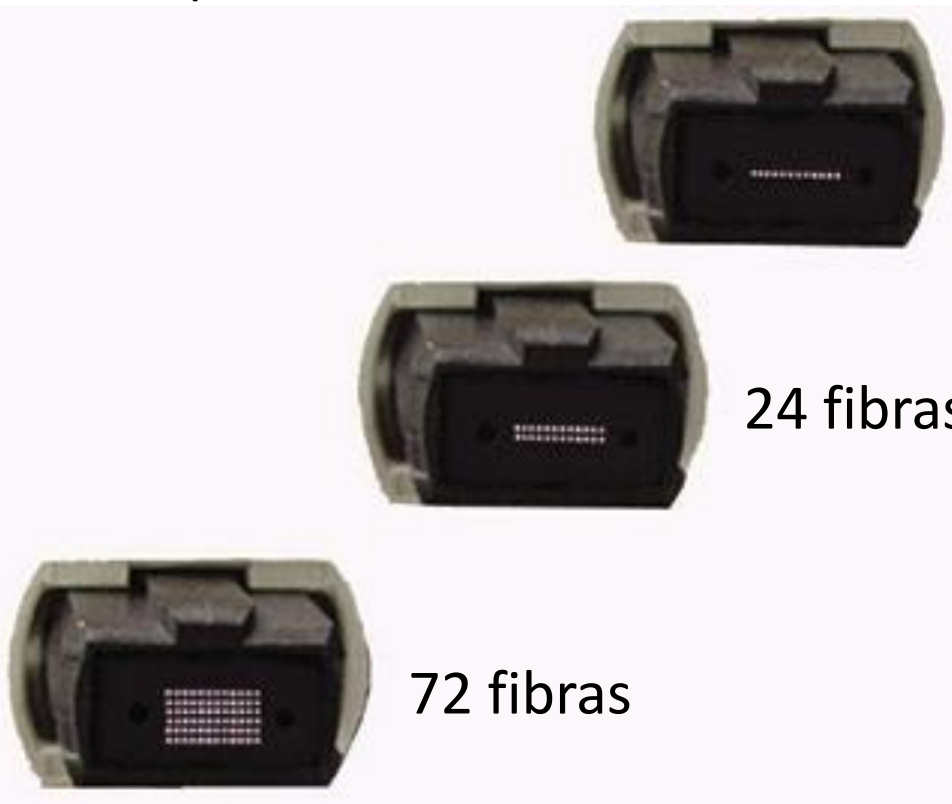


**LC  
Duplex**

# Conectores para Alta Densidade

Conectores **MPO** desenvolvido pela NTT (*Nippon Telegraph & Telephone*) em 1991, para atender ambientes de alta densidade.

O MPO pode atender 4, 8, 12, 24, 36 ou 72 fibras, e dispõe de um sistema de alinhamento de alta performance.



12 fibras

24 fibras

72 fibras

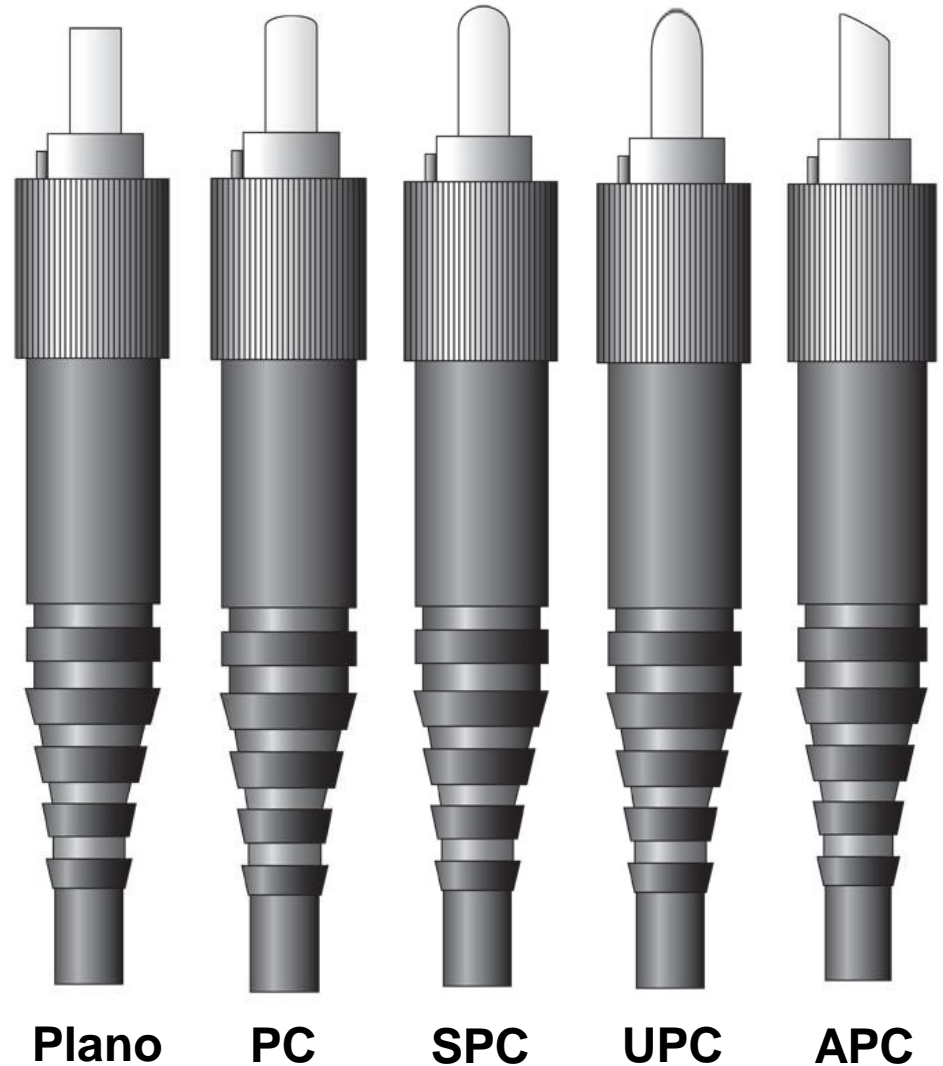
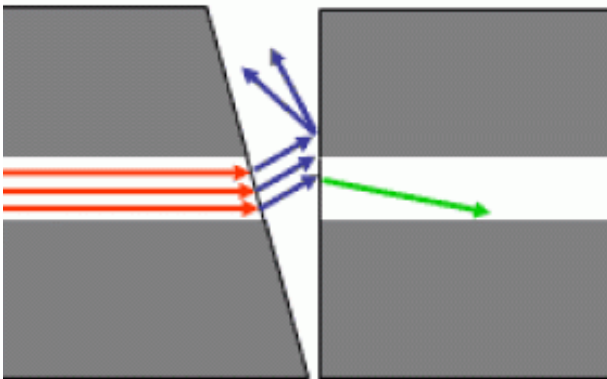


# Tipos de Polimentos

Em ordem crescente de desempenho, temos:

Plano → PC → SPC → UPC → APC

Conectores com polimentos PC, SPC e UPC podem ser combinados, mas conectores com polimento APC só podem ser combinados entre si.

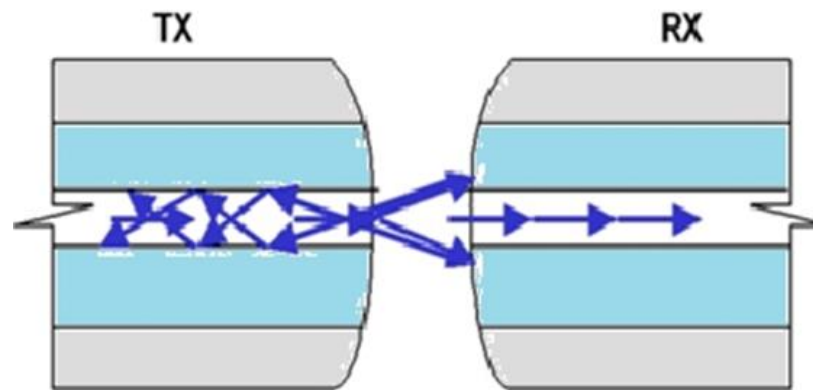


# Perda de Retorno (*Return Loss*)

A **perda de retorno**, ou reflectância, consiste na quantidade de potência óptica que é refletida na conexão e retorna até a fonte luminosa.

A causa principal está na face polida dos ferrolhos dos conectores, que refletem parte da luz ou por imperfeições no polimento da fibra.

Essa perda não influi diretamente na atenuação total, contudo o retorno da luz à fonte pode degradar o funcionamento da fonte luminosa prejudicando a comunicação, sendo bastante prejudicial nas transmissões bidirecionais na mesma fibra.



O polimento que apresenta a maior **perda de retorno** é o **APC**

# Tipos de Polimentos

A compatibilidade entre o polimento dos conectores é muito importante, pois conforme a combinação podemos ter o desempenho reduzido ou a anulação do sinal.

- ✓ Conectores com polimento **FLAT** podem ser conectados entre si ou com conectores PC.
- ✓ Os conectores de geometria **PC** podem ser conectados entre si ou com conectores FLAT, SPC ou UPC.
- ✓ Os conectores com geometria **APC** são compatíveis somente entre si.

# Tipos de Polimentos

Para melhor identificação, usa-se a cor **verde** para identificar conectores com polimento **APC**.

Cordão Óptico SM LC-PC/SC-APC



FC-APC



LC-APC



SC-APC

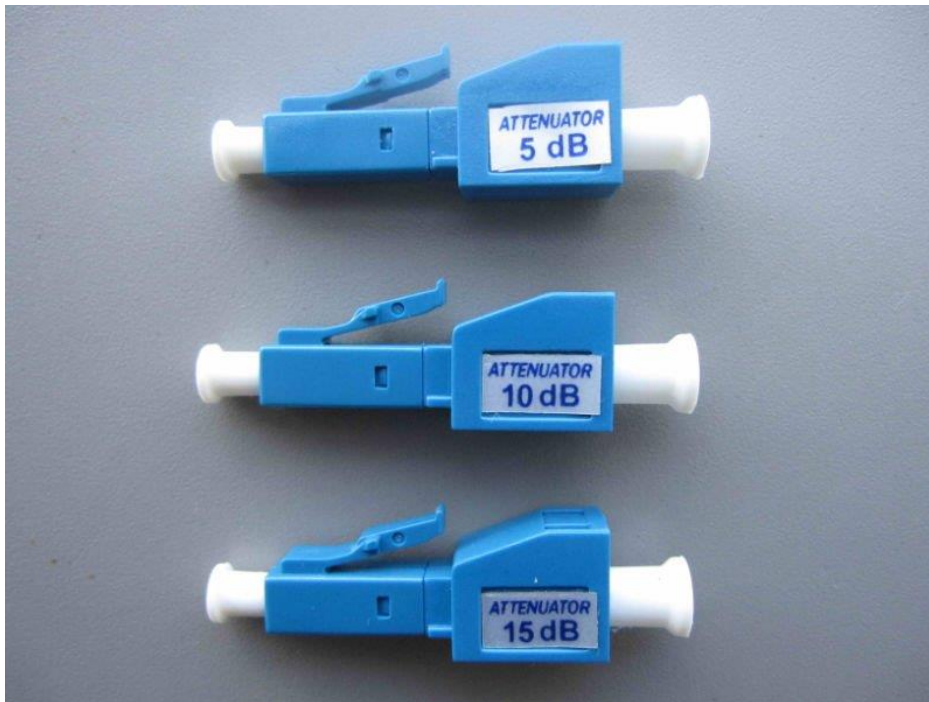




# Atenuadores Ópticos

Dependendo da potência do equipamento transmissor e da sensibilidade do equipamento receptor, torna-se necessário a introdução de atenuação no canal.

Os atenuadores fixos possuem atenuação do sinal óptico pré-fixado em fábrica nas janelas de 1300nm e 1550 nm.



# Como escolher o cabo óptico adequado

Para a escolha do cabo óptico, é importante analisar os seguintes parâmetros:

- distância de instalação da fibra óptica;
- taxa de transferência;
- tipo de fonte luminosa (LASER ou LED) e seu respectivo comprimento de onda (850nm, 1310nm ou 1550nm).
- Ambiente de instalação:
  - Interno (tight);
  - Externo (loose);
- Tipo de instalação:
  - subterrâneo em dutos (DD) ou diretamente enterrado (DE);
  - aéreo auto-suportado (AS);
  - aéreo espinado;
  - torres de transmissão;
- Importante observar a presença de umidade, roedores, alagamentos parciais, raios de curvatura, etc.

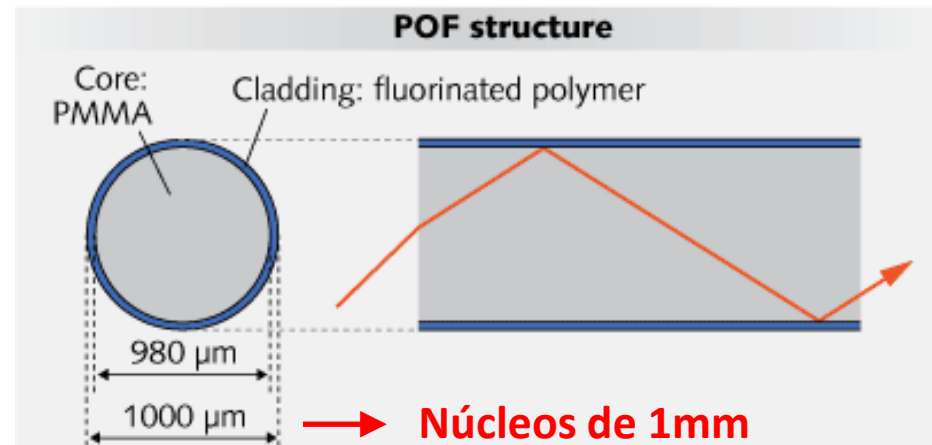


# Fibras Ópticas Plásticas - POF

(*Plastic Optical Fiber*) ou (*Polymer Optical Fiber*)

A fabricação de fibras de plástico é feita por extrusão. As fibras ópticas obtidas com este método têm características ópticas bem inferiores às de sílica, mas possuem boa resistência mecânica.

Têm grandes aplicações em iluminação e transmissão de informações a curtas distâncias e situações que oferecem grandes esforços mecânicos às fibras.



Todavia, **não são recomendadas** para instalações comerciais de telecomunicações.

	Core	Cladding	Attenuation (dB/km)	Application
All silica optical fiber	Silica	Silica	0.5	Long distance data communication (telecom line)
Plastic optical fiber	PMMA	Fluorinated polymer	140	Short distance data communication (~50m)