

# Cabeamento Estruturado

## CAB6080721

Curso Técnico Integrado de Telecomunicações 7ª  
Fase

Professor: Cleber Jorge Amaral

2016-1

# Introdução

- ▶ Os cabos de fibra óptica, ou simplesmente cabos ópticos, são cabos de pequenas dimensões e, em sua maioria, constituídos de sílica ou plástico, ambos materiais de extrema pureza e transparentes o suficiente para propagar um feixe luz por centenas ou milhares de metros.
- ▶ Diferente dos cabos de cobre, as fibras transmitem luz por meio do princípio de reflexão total, podendo ser gerada por laser ou LED.

# Vantagens

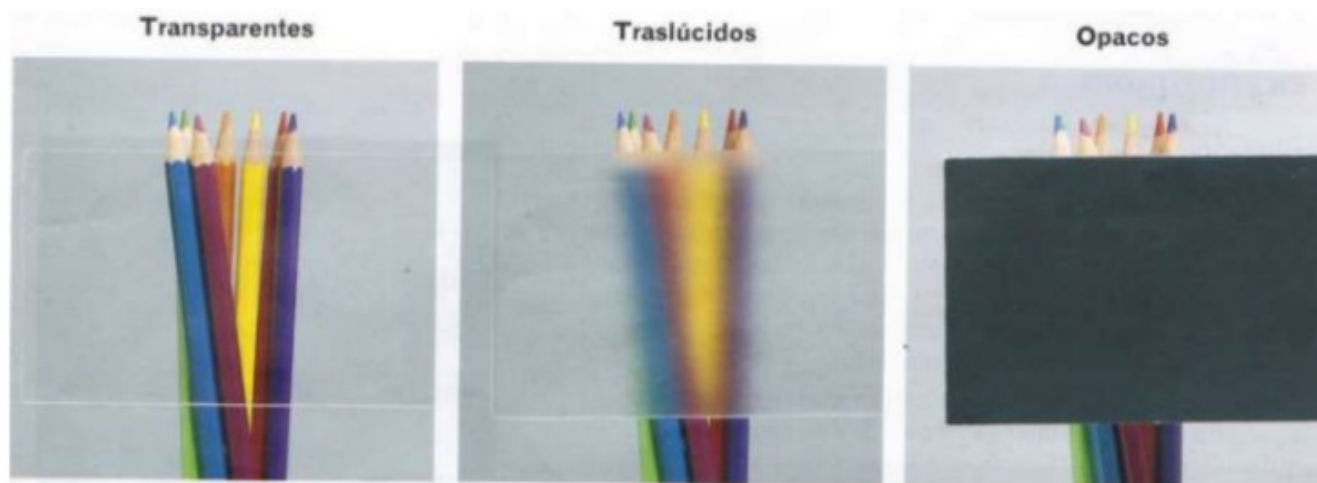
- ▶ Imunidade interferência de campos eletromagnéticos (EMI);
- ▶ Dimensões reduzidas (comparadas aos cabos UTP);
- ▶ Grande largura de banda;
- ▶ Lançamentos em áreas externas, em rios, lagos e oceanos;
- ▶ Elevadas taxas de transmissão;
- ▶ Cobre grandes distâncias.

# História

- ▶ Criada por Narinder Kapany (1955)
  - São estruturas totalmente dielétricas com geometria cilíndrica, na qual a energia luminosa se propaga ao longo do núcleo (core)
  - As fibras ópticas atuam como condutores de radiação infravermelha
  - uma ou mais fibras são revestidas individualmente em plásticos, ou outro material, agrupadas e recobertas por uma capa, formando um cabo

# Meios de propagação da Luz

- ▶ Transparente (passagem da Luz)
  - Permite a propagação regular da luz, o observador vê um objeto com nitidez através do meio. Ex.: ar, vidro, papel celofane, etc...
- ▶ Translucido (passagem parcial da Luz)
  - Permite propagação irregular da luz, o observador vê o objeto através do meio, mas sem nitidez.
- ▶ Opaco (a luz não passa)
  - Não permite que a luz se propague, não é possível ver um objeto através do meio.



# Fenômenos de propagação

## ► Reflexão

- Retorno da onda incidente em direção à região de onde ela é oriunda, após entrar em contato com uma superfície refletora



## ► Refração

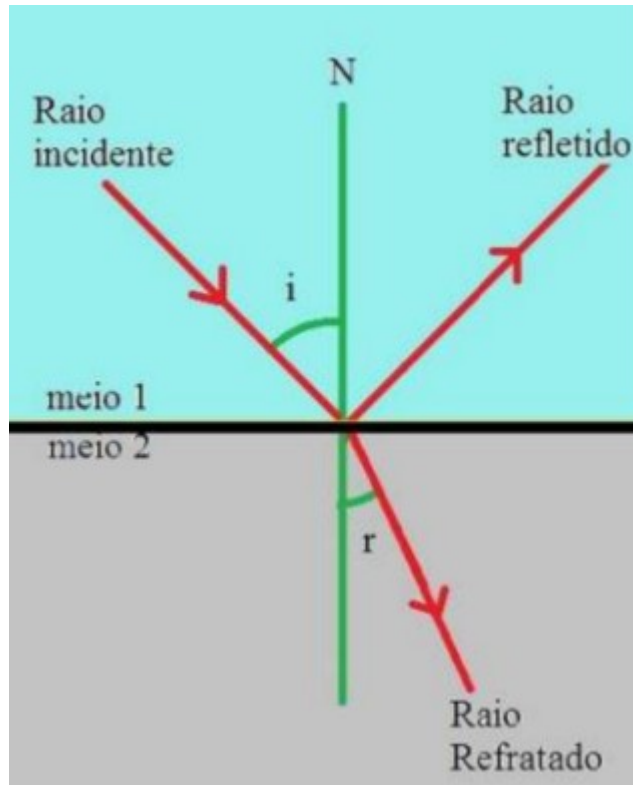
- A onda incidente atravessa a superfície de um outro meio formando um raio refratado que segue uma trajetória com dada inclinação



# Fenômenos de propagação

- ▶ Índice de refração é dado por  $c / v$  (velocidade da luz no vácuo dividido pela velocidade da luz no meio)

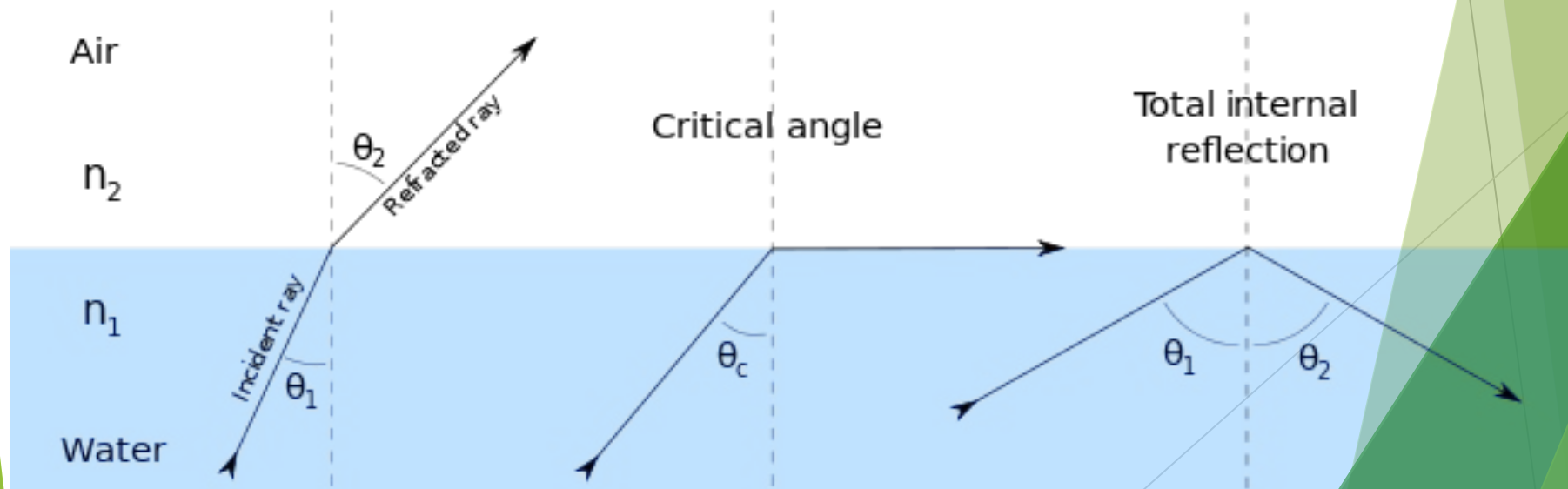
$$n = \frac{c}{v}$$



Material	n
Vácuo	1
Ar seco (0°C, 1atm)	1,0003
Gás carbônico (0°C, 1atm)	1,0004
Gelo (-8°C)	1,31
Água (20°C)	1,333
Etanol (20°C)	1,362
Tetracloroeto de carbono	1,466
Glicerina	1,47
Monoclorobenzeno	1,527
Vidros	1,55
Diamante	2,417
Sulfeto de antimônio	2,7

# Lei de Snell-Descartes

- ▶ Quando a luz viaja de um meio com índice de refração maior para um com índice menor
- ▶ O maior ângulo de incidência possível que ainda resulta em um raio refratado é chamado de ângulo crítico; nesse caso o raio refratado viaja ao longo da fronteira entre os dois meios.
- ▶ Para cada meio e para o raio de incidência ou refratado, é constante o produto do seno do ângulo de incidência ou do ângulo de refração e o índice de refração do meio em que este raio se encontra.

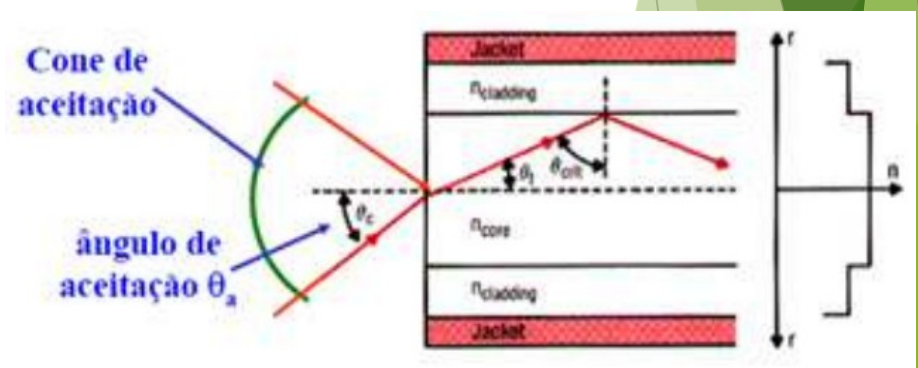
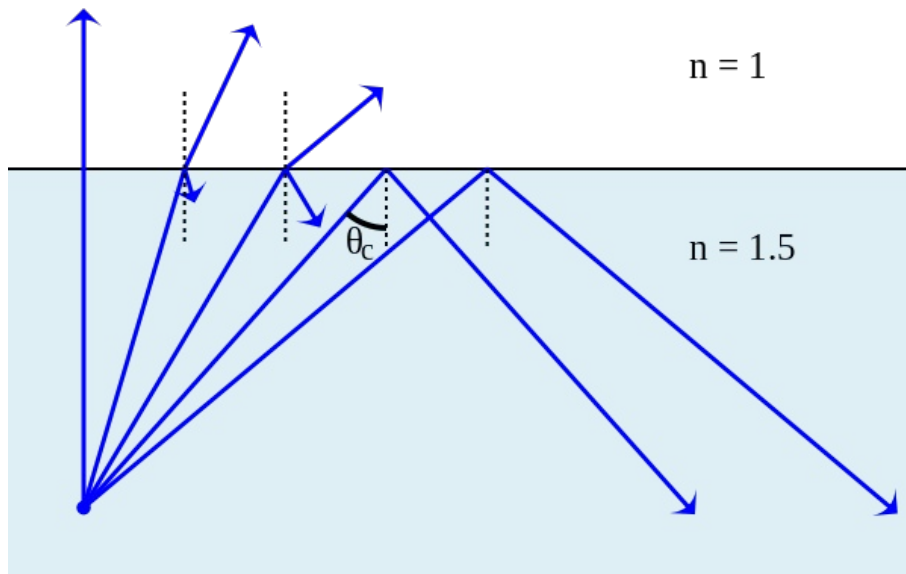




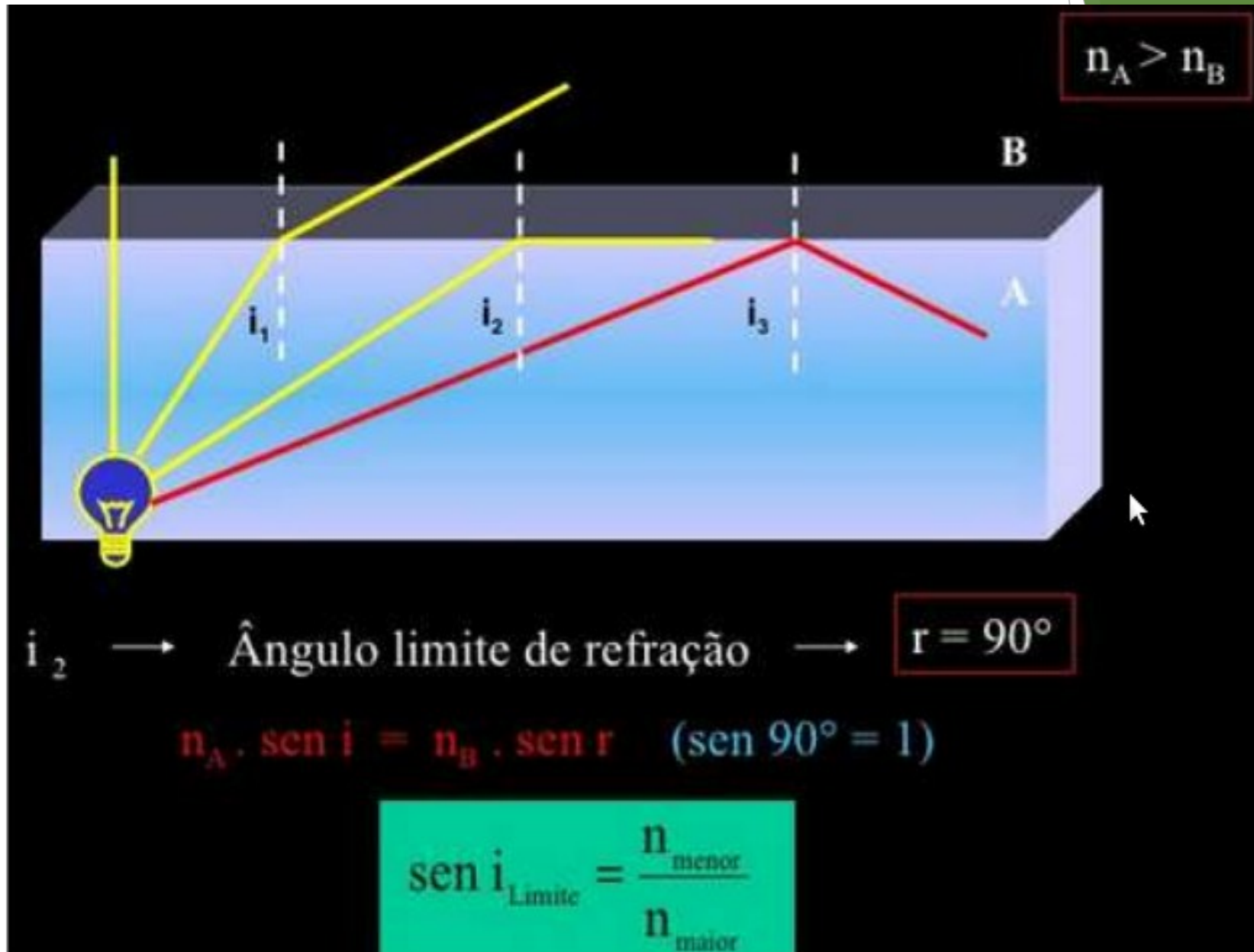
# Lei de Snell-Descartes

- Para cada meio e para o raio de incidência ou refratado, é constante o produto do seno do ângulo de incidência ou do ângulo de refração e o índice de refração do meio em que este raio se encontra.

$$n_A \cdot \text{sen } \theta_A = n_B \cdot \text{sen } \theta_B$$

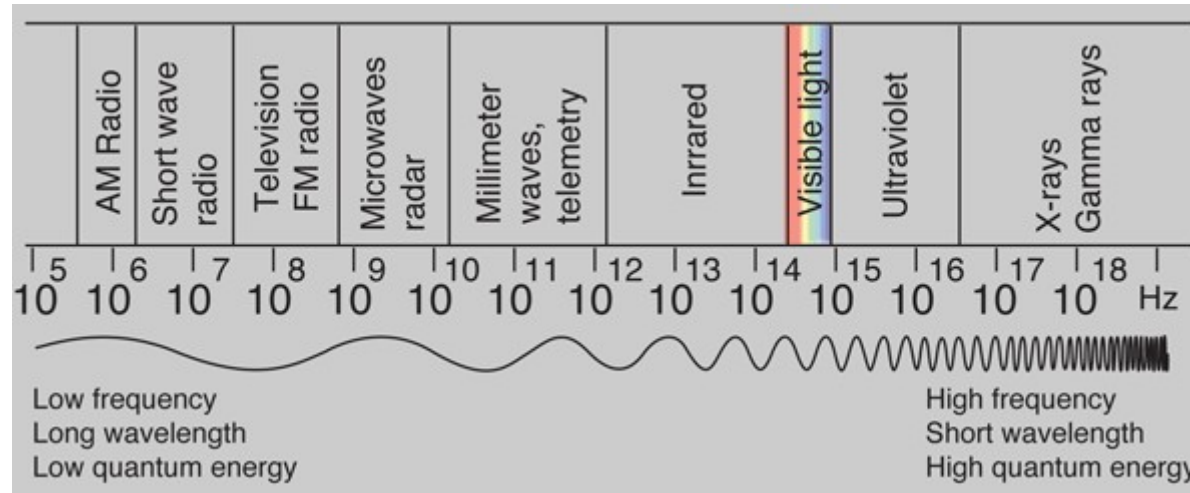


# Lei de Snell-Descartes

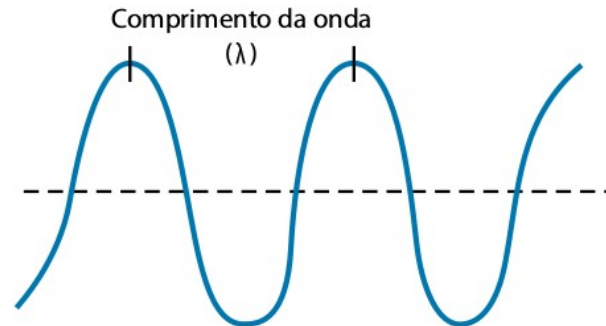


# Espectro

- ▶ Infravermelho: 1 mm a 750 nm (0,3 a 400 THz)



- ▶ Fibra óptica: 1600 a 750 nm (187 a 400 THz)
- ▶ As dimensões das fibras variam de acordo com o tipo da fibra óptica, seus núcleos podem variar de 7 $\mu\text{m}$  até 200 $\mu\text{m}$  e a casca de 125 $\mu\text{m}$  até 240 $\mu\text{m}$ .



# Composição

- ▶ Plástico ou Vidro, ambas com sílica (dióxido de silício ou  $\text{SiO}_2$ )
- ▶ Quartzo, Areia, Plástico e Gases
  - dopagem que dá os diferentes índices de refração no núcleo e casca

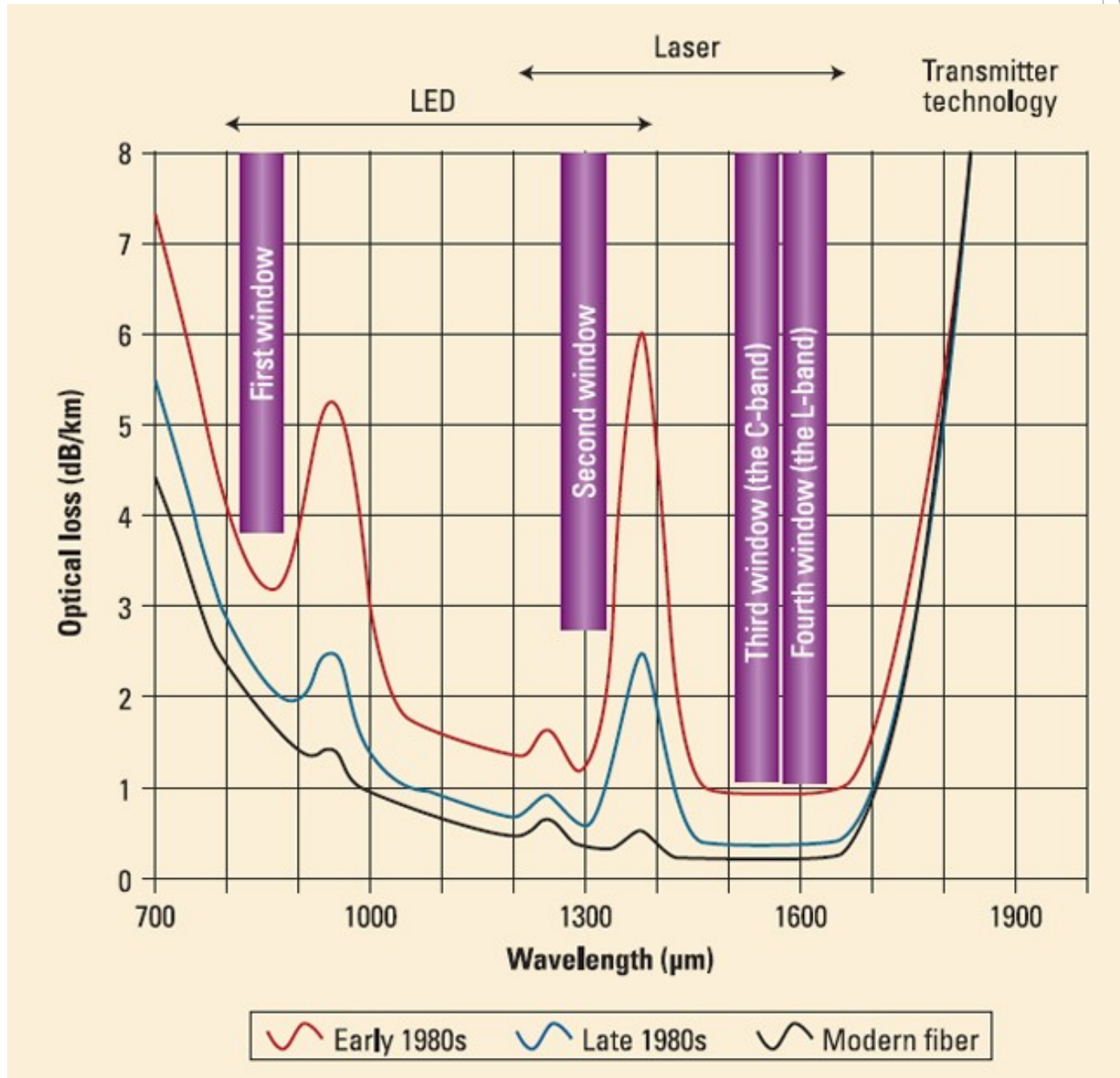


# Composição

- ▶ Fibras tanto monomodo e multimodo, apresentam as seguintes composição básica:
  - Cabo e demais revestimentos de proteção.
  - Capa (revestimento primário): Proteção externa da fibra, dando resistência à tração mecânica.
  - Casca (camada de refração): Confina o sinal óptico transmitido dentro do núcleo.
  - Núcleo (Fibra ótica): local onde o sinal óptico se propaga ao longo do cabo.



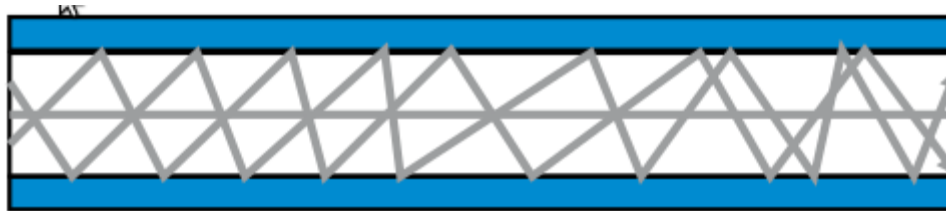
# Janelas de transmissão



# Tipos de fibras

## ► Multimodo

- O sinal se propaga de vários modos (multi).



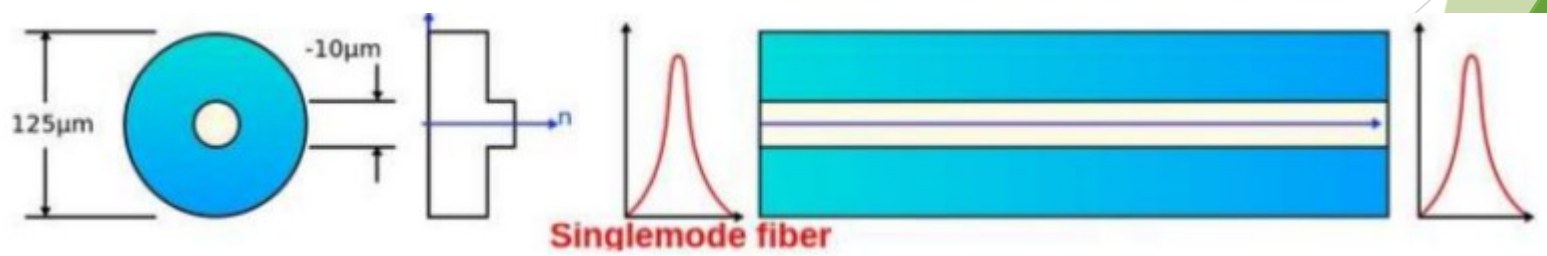
## ► Monomodo

- O sinal de luz se propaga em sentido único, ou seja, único modo (mono)



# Fibras Monomodo

- ▶ Este tipo de fibra possui o núcleo com dimensões pequenas que variam entre 7 a  $10\mu\text{m}$  de núcleo (poucas vezes maior que o comprimento de onda) e  $125\mu\text{m}$  de casca.
- ▶ Sua maneira modo de propagação da luz é em um único modo e, devido à sua baixa atenuação, alcança grandes distâncias e uma grande banda passante.
- ▶ As dimensões típicas de fibras monomodo são  $9\mu\text{m}$  de núcleo e  $125\mu\text{m}$  para casca.
- ▶ Cone de aceitação:  $10^\circ$



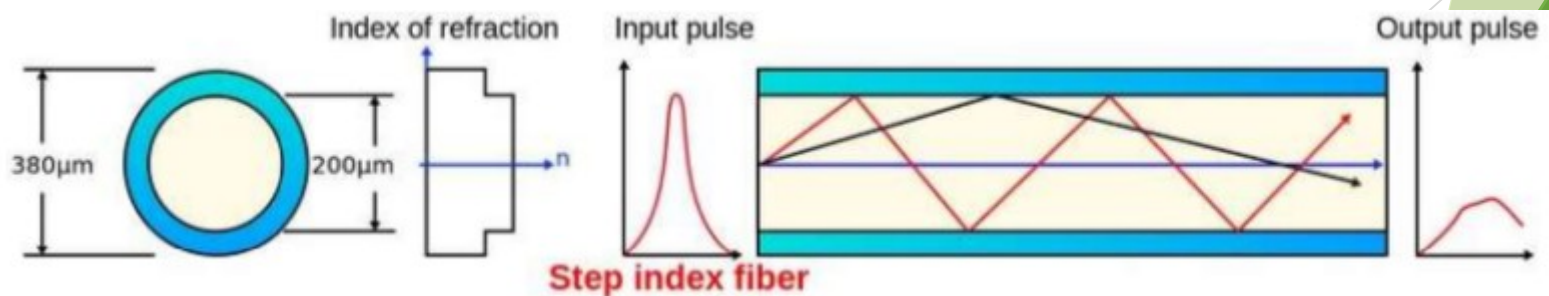


# Fibras Multimodo

- ▶ Possuem dimensões que variam entre 50 a 62,5 $\mu\text{m}$  de núcleo e casca de 125 $\mu\text{m}$  (núcleos maiores foram fabricados anteriormente mas caíram em desuso após padronização 10BASE-F e FDDI)
- ▶ Distâncias limitadas se comparado com a monomodo
- ▶ A possibilidade de se estender a distância reduz a largura de banda para que a dispersão modal não interfira na qualidade da transmissão
- ▶ Nas fibras multimodos a excitação do sinal é realizada por LED, com comprimentos de onda de 500 a 850nm ou com VCSEL (tipo específico de laser) que opera numa janela de 850 a 1.300nm.

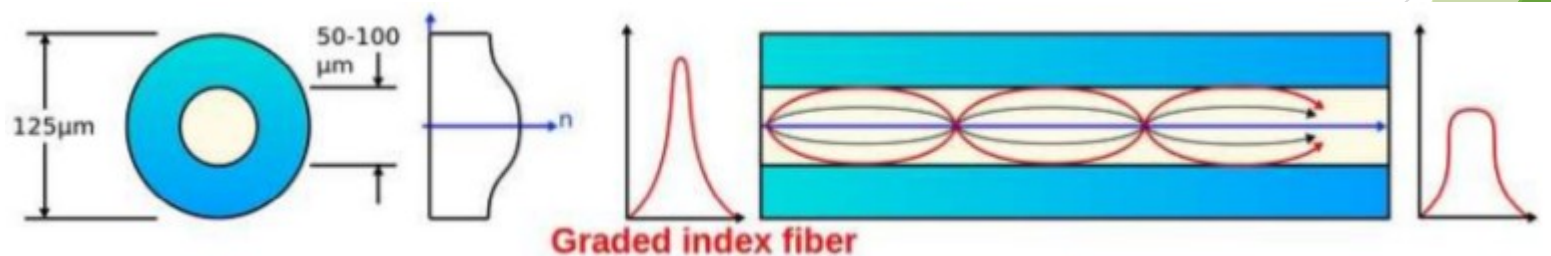
# Fibras Multimodo: Índice Degrau

- ▶ Constituído de um único tipo de vidro, de baixa banda passante, quando comparadas às fibras graduais.
- ▶ Para uso em curtas distâncias (1km)
- ▶ Dimensões que variam de 50 a 400 $\mu\text{m}$ .
- ▶ Estas fibras não estão sendo mais fabricadas.
- ▶ Cone de aceitação de 30° e 40°



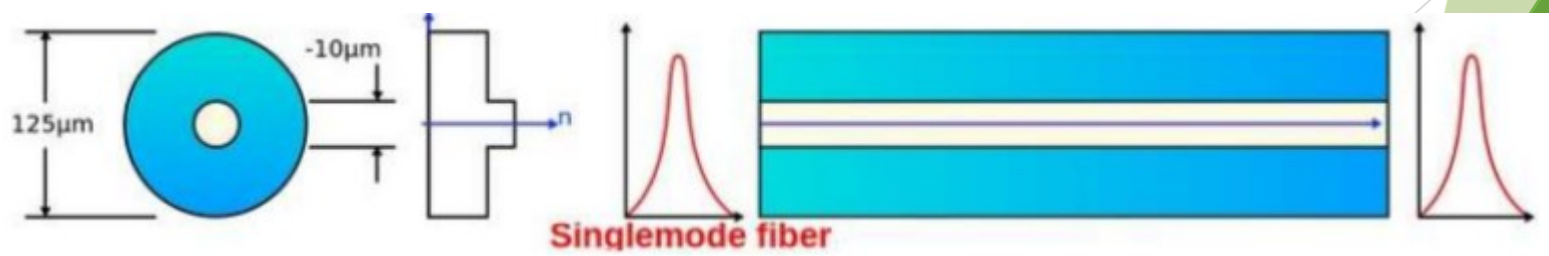
# Fibras Multimodo: Índice Gradual

- ▶ Possuem o núcleo com dimensões de  $62,5\mu\text{m}$  ou  $50\mu\text{m}$ .
- ▶ Diâmetro da casca de  $125\mu\text{m}$
- ▶ A dopagem do núcleo é heterogênea
- ▶ O sinal luminoso percorre “caminhos” em diferentes índices de refração, onde há maior distância há também maior velocidade fazendo com que os sinais cheguem ao mesmo tempo.
- ▶ Pode chegar a 10 Gbps de taxa de transmissão
- ▶ Baixa atenuação
- ▶ Curtas distâncias ( $\sim 4\text{km}$ )
- ▶ Cone de aceitação de  $30^\circ$  e  $40^\circ$

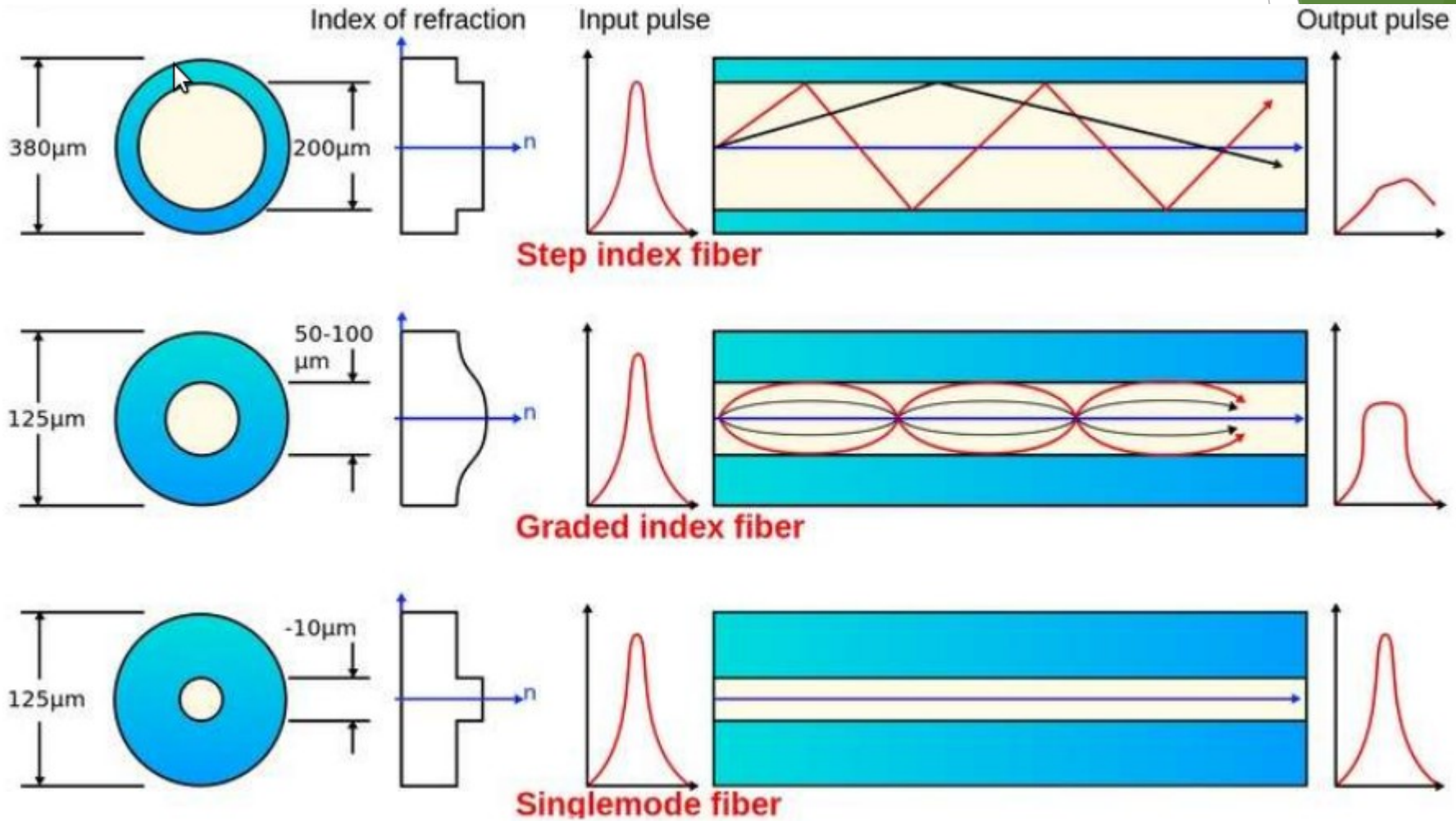


# Fibras Monomodo

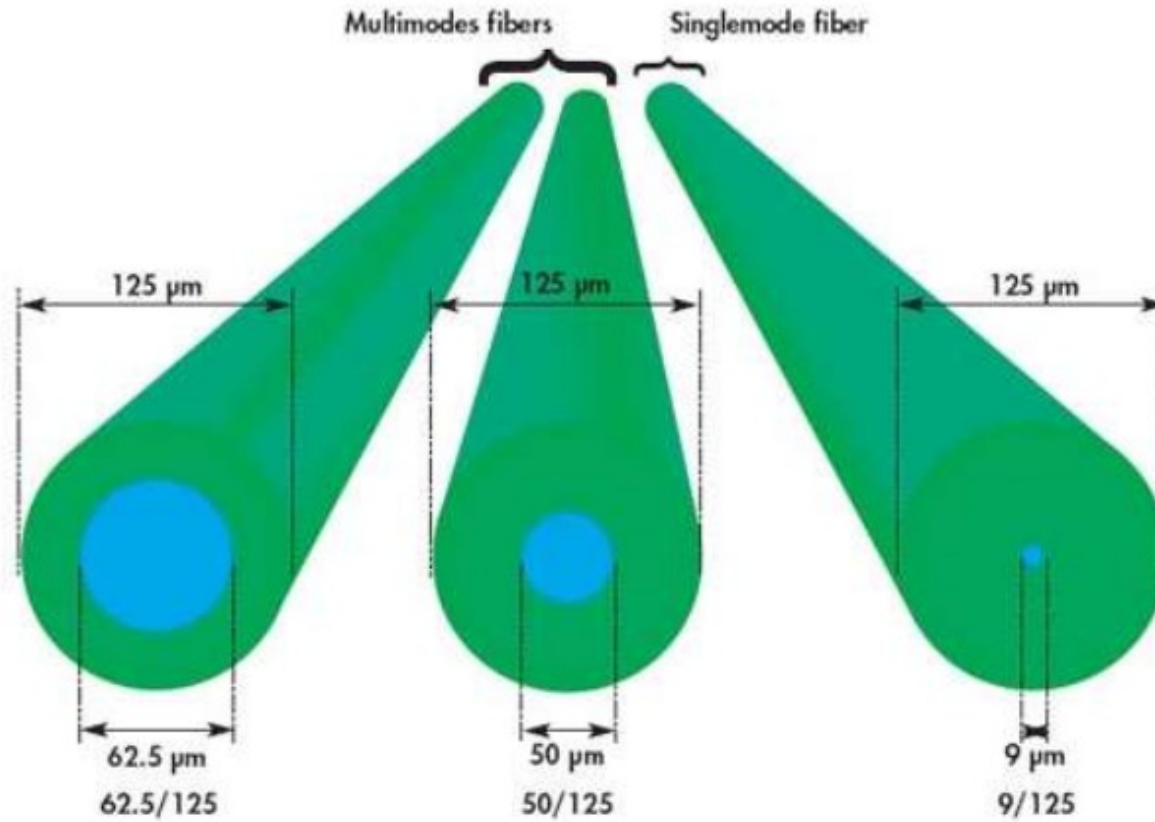
- ▶ Este tipo de fibra possui o núcleo com dimensões pequenas que variam entre 7 a 10 $\mu\text{m}$  de núcleo e 125 $\mu\text{m}$  de casca.
- ▶ Sua maneira modo de propagação da luz é em um único modo e, devido à sua baixa atenuação, alcança grandes distâncias (70km no 1000BASE-ZX) e uma grande banda passante.
- ▶ As dimensões típicas de fibras monomodo são 9 $\mu\text{m}$  de núcleo e 125 $\mu\text{m}$  para casca.
- ▶ Cone de aceitação: 10°



# Fibras



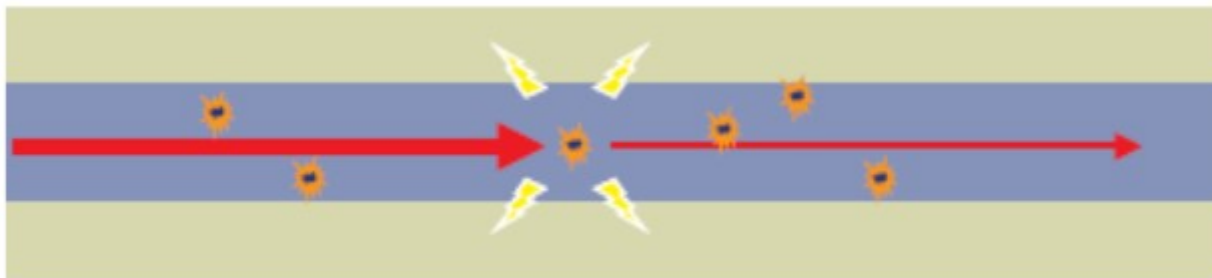
# Fibras



# Parâmetros ópticos

## ► Atenuação

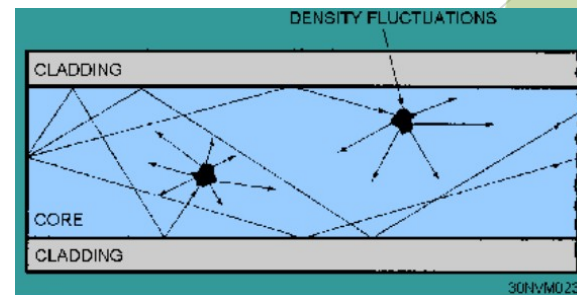
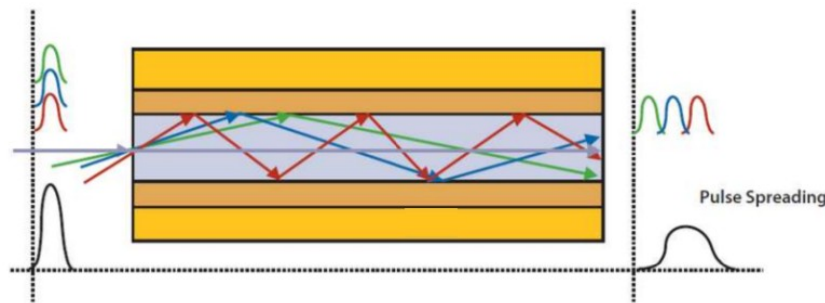
- Perda de potência do sinal propagado no interior da fibra óptica
- É resultado da absorção molecular da luz que trafega na fibra de vidro, fazendo com que o sinal chegue ao seu destino com uma potência (luminosidade) mais baixa que aquela inserida no transmissor
- Luz é absorvida por impurezas e convertida em energia de vibração ou calor
- Medida em decibel por quilômetro (dB/Km).



# Parâmetros ópticos

## ► Dispersão

- Separação da onda em vários espectros de frequência.
- A divisão óptica de todos os componentes que compõem o feixe de luz, gerando um sinal composto por diversas frequências distintas.
- Durante a transmissão de dados por uma fibra óptica, esse efeito causa o “alargamento de bits”, provocando erros de interpretação do sinal no receptor.
- Medida em ps/nm.km (picosegundo/nanometro\*km)





# NBR 14565

## ► Atenuação de canal

**Tabela 22 — Atenuação de canal**

Atenuação de canal dB				
Canal	Multimodo		Monomodo	
	850 nm	1 300 nm	1 310 nm	1 550 nm
OF-300	2,55	1,95	1,80	1,80
OF-500	3,25	2,25	2,00	2,00
OF-2000	8,50	4,50	3,50	3,50

OF-XXX: canais que suportam aplicação específica por ao menos XXX metros

- Para que o atraso de propagação esteja dentro dos limites aceitáveis, respeitadas os comprimentos máximos dos canais.

# Vídeos

- ▶ Fabricação do núcleo e casca da fibra (Discovery Channel:2010)

<https://www.youtube.com/watch?v=D4nGPI6DTLw>

- ▶ Fabricação final de cabos de fibra óptica (Superior Essex:2012)

<https://www.youtube.com/watch?v=fjRqGKU9cUU>

- ▶ Vídeo introdutório sobre fibra óptica (Corning:2013)

[https://www.youtube.com/watch?v=N\\_kA8EpCUQo](https://www.youtube.com/watch?v=N_kA8EpCUQo)

# Obrigado pela atenção e participação!

Cleber Jorge Amaral (cleber.amaral@ifsc.edu.br)

Horários de atendimento (2016-1):  
Quintas-feiras as 17:30 no laboratório de  
Programação

Sextas-feiras as 17:30 no Laboratório de Meios de  
Transmissão