

Comunicação de Dados

Meios de Transmissão

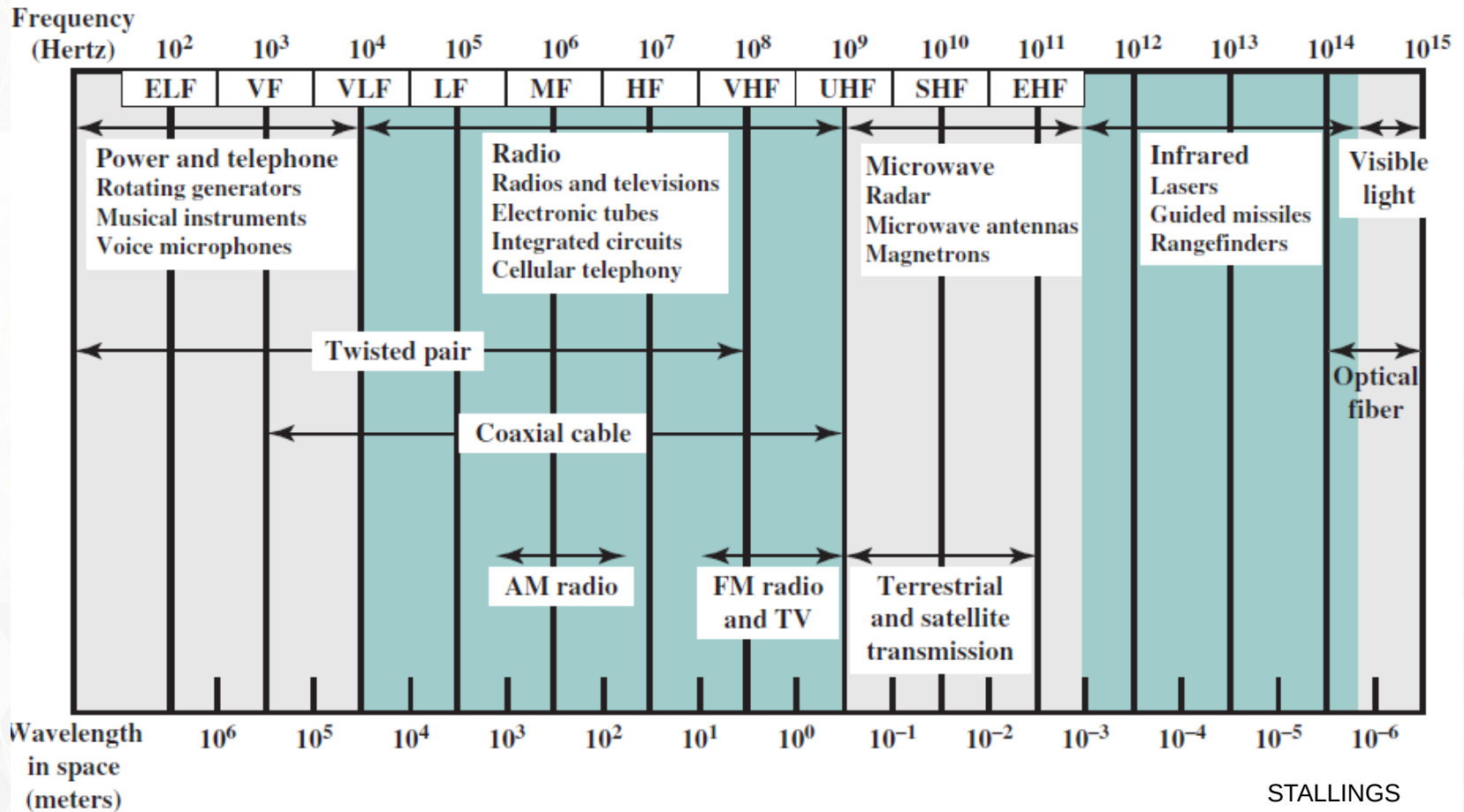
Prof. Luiz Fernando Carvalho

luizfcarvalho@utfpr.edu.br

Meio de transmissão

- Qualquer coisa capaz de transportar informações de uma origem a um destino
- Uso da comunicação em longa distância usando sinais elétricos começou com o telégrafo por meio metálico, no século XIX
- Em 1869 foi inventado o telefone
- Comunicação sem fio começou em 1895 quando Hertz transmitiu sinais de alta frequência
- Marconi concebeu um método para enviar mensagens pelo telégrafo atravessando o oceano Atlântico
- Os cabos metálicos (por exemplo, cabos coaxiais e par trançado) vão sendo substituídos pelo advento das fibras ópticas
- O ar está sendo mais eficientemente por conta das novas tecnologias (exemplo, modulação)

Meios de transmissão



STALLINGS

ELF = Extremely low frequency

VF = Voice frequency

VLF = Very low frequency

MF = Medium frequency

HF = High frequency

VHF = Very high frequency

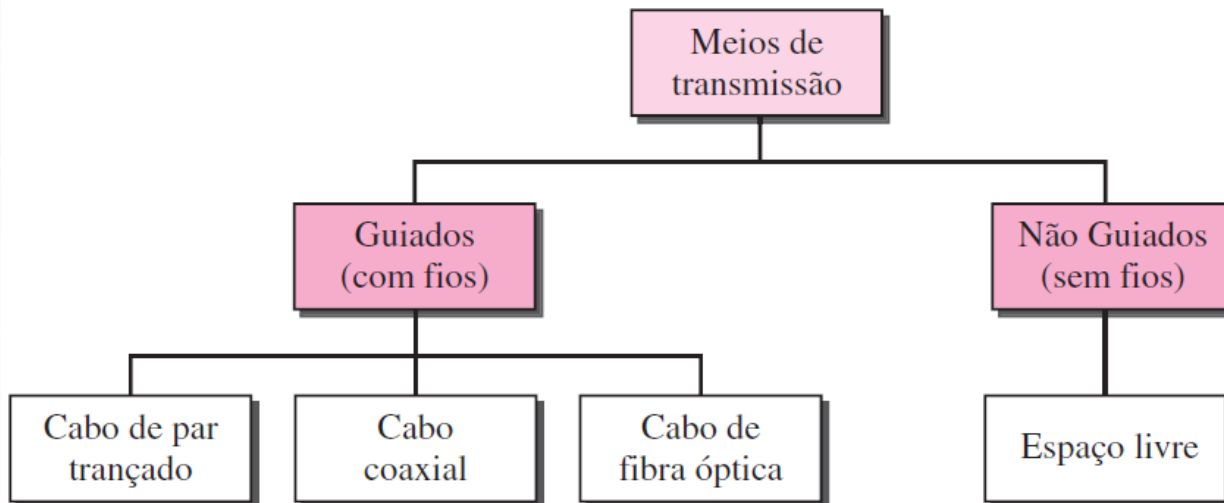
UHF = Ultrahigh frequency

SHF = Superhigh frequency

EHF = Extremely high frequency

Classes de meios de transmissão

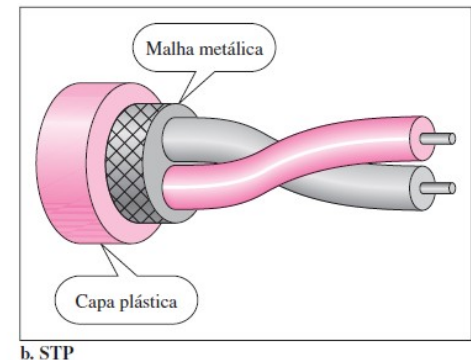
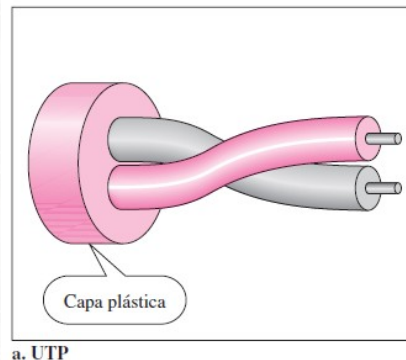
- Em telecomunicações, meios de transmissão são divididos em duas categorias
 - **Guiados**, em que o meio é importante para determinar as limitações da transmissão
 - **Não guiados**, onde o sinal produzido pelo emissor é mais importantes do que o meio para determinar as características da transmissão



Meios de transmissão guiados

- Cabo de Par Trançado

- Formados por condutores (normalmente, cobre), revestidos por um material isolante plástico
- Interferências (ruídos) e linha cruzada (*crosstalk*) podem afetar os condutores
- São trançados para se manter um equilíbrio entre os condutores para diminuir as interferências
 - Em uma trança um fio pode estar mais próximo da fonte de ruído e um se encontra mais afastado; Na próxima trança, ocorre o inverso
 - Os sinais indesejados são, em sua maioria, cancelados
- Podem ser blindados (STP – *Shielded Twisted Pair*) ou não (UTP – *Unshielded Twisted Pair*)



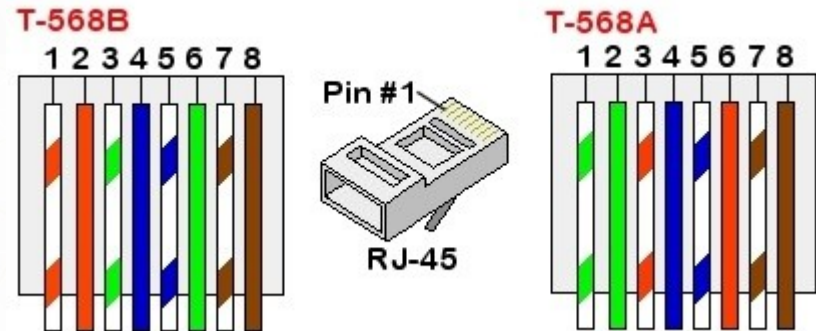
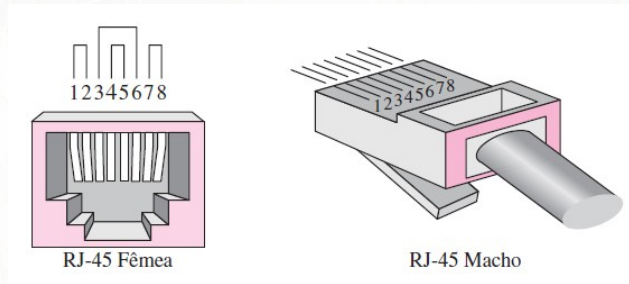
Meios de transmissão guiados

- Cabo de Par Trançado
 - Categorização da EIA (*Electronic Industries Association*) - EIA/TIA-568

Categoria	Especificação	MHz
1	Cabo de par trançado usado apenas em telefonia. Obsoleto.	Até 1
2	Cabo de par trançado não blindado usado redes Token Ring.	4
3	10BASE-T e 100BASE-T4 Ethernet. Token Ring	16
4	CAT 3 aperfeiçoado para uso em redes Token Ring 16 Mbps. Obsoleto	20
5	100BASE-TX e 1000BASE-T Ethernet. O fio do cabo possui um invólucro e revestimento externo. Substituído pelo cat5e	100
5E	100BASE-TX e 1000BASE-T Ethernet. Inclui recursos adicionais para reduzir interferências eletromagnéticas e linha cruzada	100
6	1000BASE-TX e 10GBASE-T Ethernet	250
7	Denominado SSTP (Shielded Screen Twisted-Pair). Cada par é envolto individualmente por uma folha metálica helicoidal e depois por uma blindagem de folha metálica, além da cobertura externa. A blindagem diminui o efeito de linha cruzada e aumenta a taxa de dados.	600

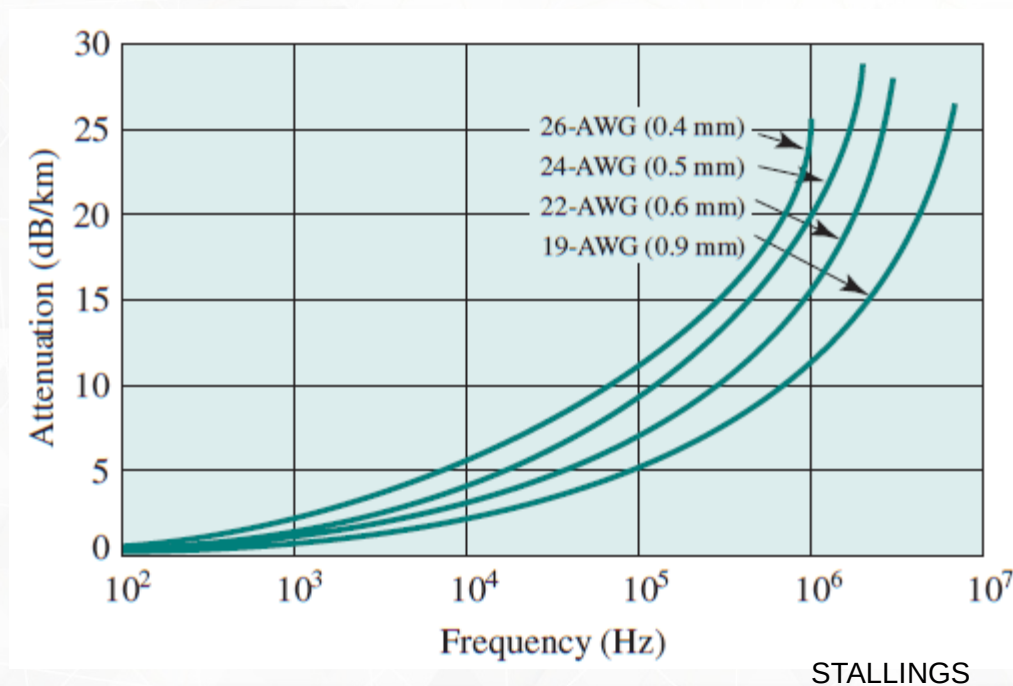
Meios de transmissão guiados

- Cabo de Par Trançado



Meios de transmissão guiados

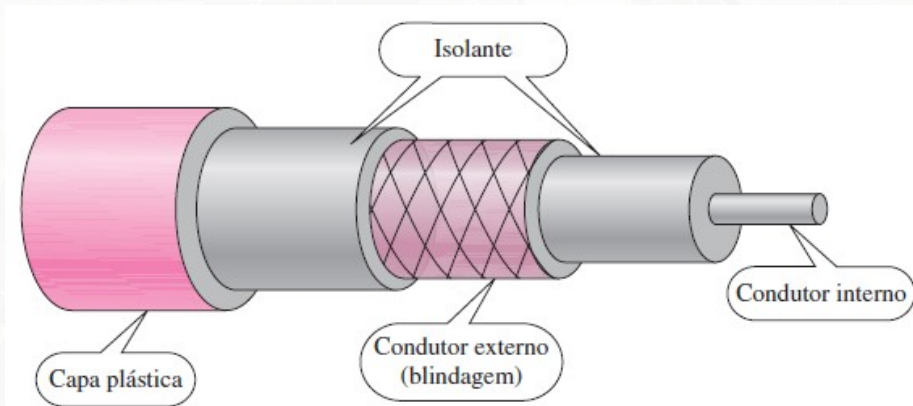
- Cabo de Par Trançado
 - Desempenho medido pela atenuação *versus* frequência e distância
 - Atenuação medida em dB/km
 - Bitola é a espessura do fio



Meios de transmissão guiados

- Cabo Coaxial

- Apresenta um núcleo condutor central de fio (normalmente, cobre)
- O núcleo é envolto em um revestimento isolante
- O revestimento isolante é coberto por um condutor externo de folha de metal
 - Serve tanto como uma blindagem contra ruídos como um segundo condutor que completa o circuito

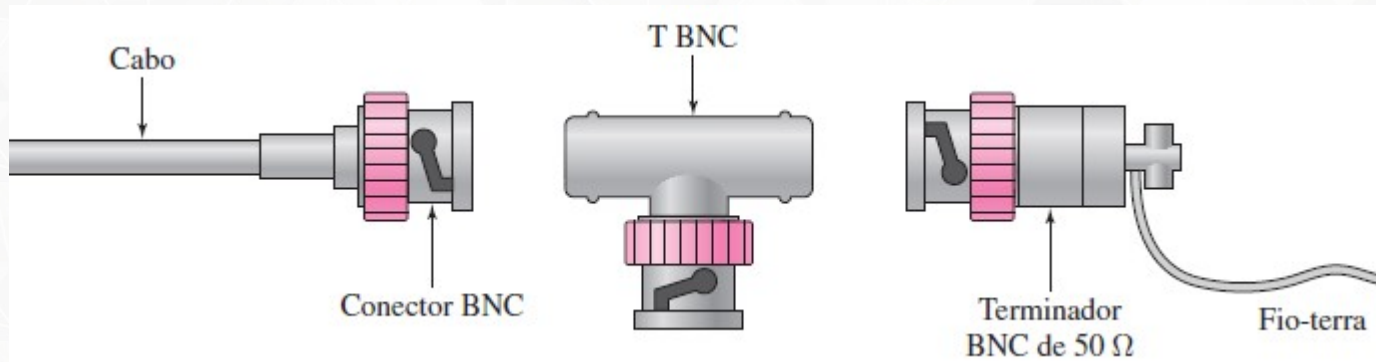


Categoria	Impedância	Uso
RG-59	75 Ω	TV a cabo
RG-58	50 Ω	Ethernet
RG-11	50 Ω	Ethernet

Meios de transmissão guiados

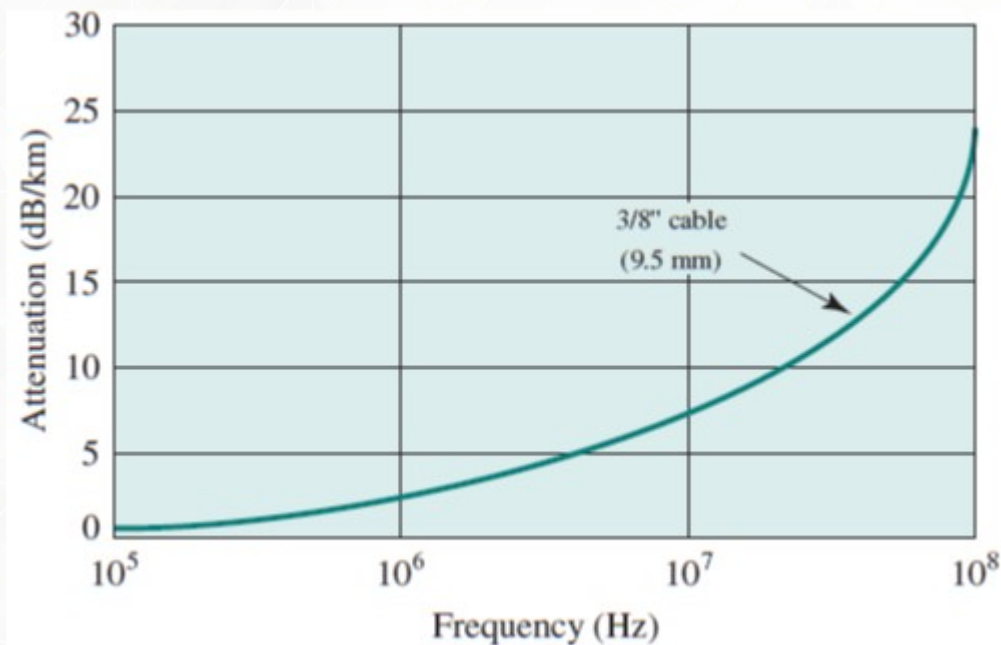
- Cabo Coaxial

- Os tipos mais comum de conector é o BNC (Bayone-Neil-Concelman)
 - BNC conecta a extremidade de um cabo coaxial a um dispositivo
 - TBNC é usado em redes Ethernet para ramificar uma conexão a um computador ou outro dispositivo
 - Terminador BNC é utilizado no final do cabo para impedir a reflexão do sinal



Meios de transmissão guiados

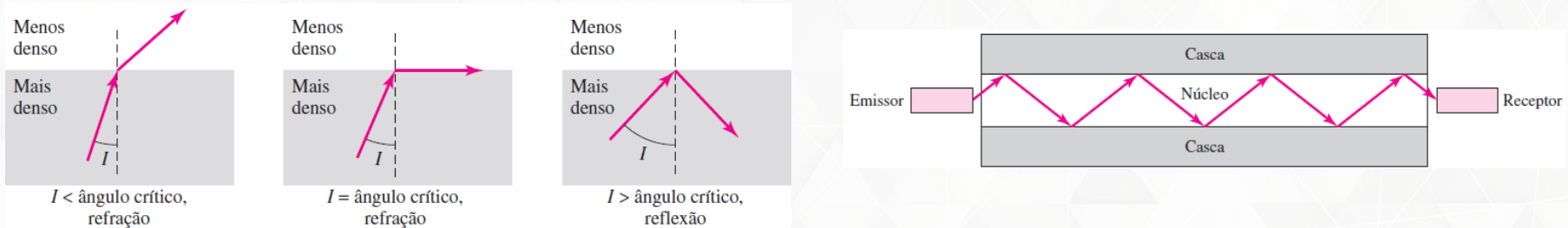
- Cabo Coaxial
 - Desempenho medido pela atenuação *versus* frequência
 - O sinal atenua mais rapidamente quando comparado ao par trançado
 - Mas a atenuação começa de maneira mais tardia



Meios de transmissão guiados

- Fibra Óptica

- A luz trafega em linha reta desde que esteja se movimentando em um meio físico uniforme
- Se trafegar por meios com densidade diferente, o raio de luz muda de direção



- As fibras ópticas usam reflexão para guiar a luz por um canal
 - Um núcleo de vidro ou plástico é revestido por uma casca de vidro ou plástico menos denso
 - A diferença na densidade dos dois materiais tem que permitir o fluxo de luz seja refletido pela casca em vez de ser refratado nele

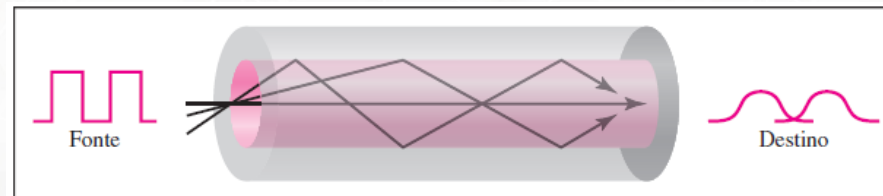
Meios de transmissão guiados

- Fibra Óptica

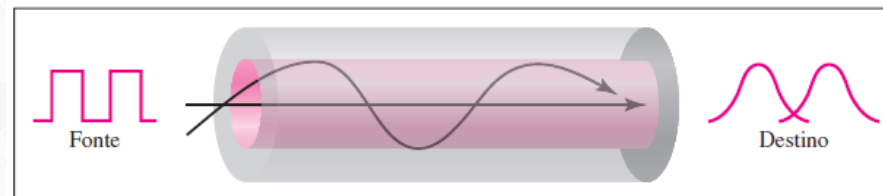
- Suporta dois modos para a propagação da luz

- **Multimodo:** múltiplos fluxos de fonte de luz se deslocam ao longo do núcleo usando caminhos diferentes

- *Multimodo com índice degrau:* a densidade do núcleo permanece constante do centro para as bordas. O fluxo de luz se desloca em uma linha reta por essa densidade constante. Existe uma mudança abrupta em virtude da densidade menor da casca
 - *Multimodo com índice gradual:* A densidade da fibra é variável, sendo mais alta no centro do núcleo e diminuindo gradualmente em sua borda



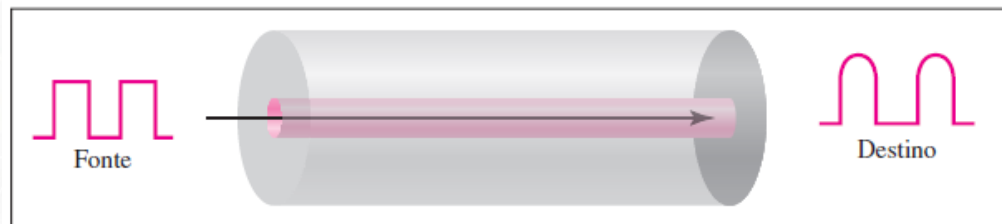
a. Multimodo de índice degrau



b. Multimodo de índice gradual

Meios de transmissão guiados

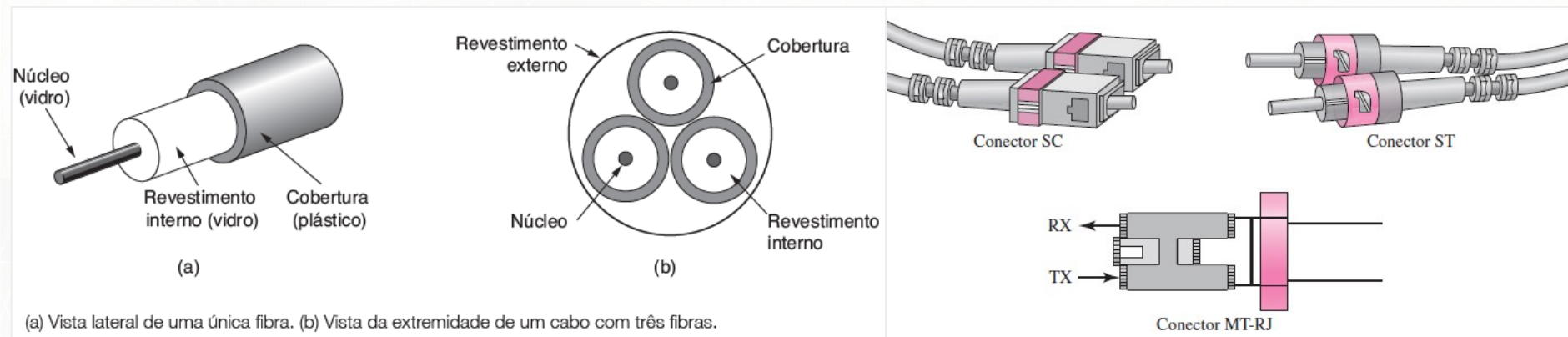
- Fibra Óptica
 - Suporta dois modos para a propagação da luz
 - **Monomodo:** utiliza fibras índice degrau e uma fonte de luz que limita os fluxos a um pequeno intervalo de ângulos, próximos da horizontal. Essa fibra tem diâmetro de núcleo muito menor do que a multimodo



c. Monomodo

Meios de transmissão guiados

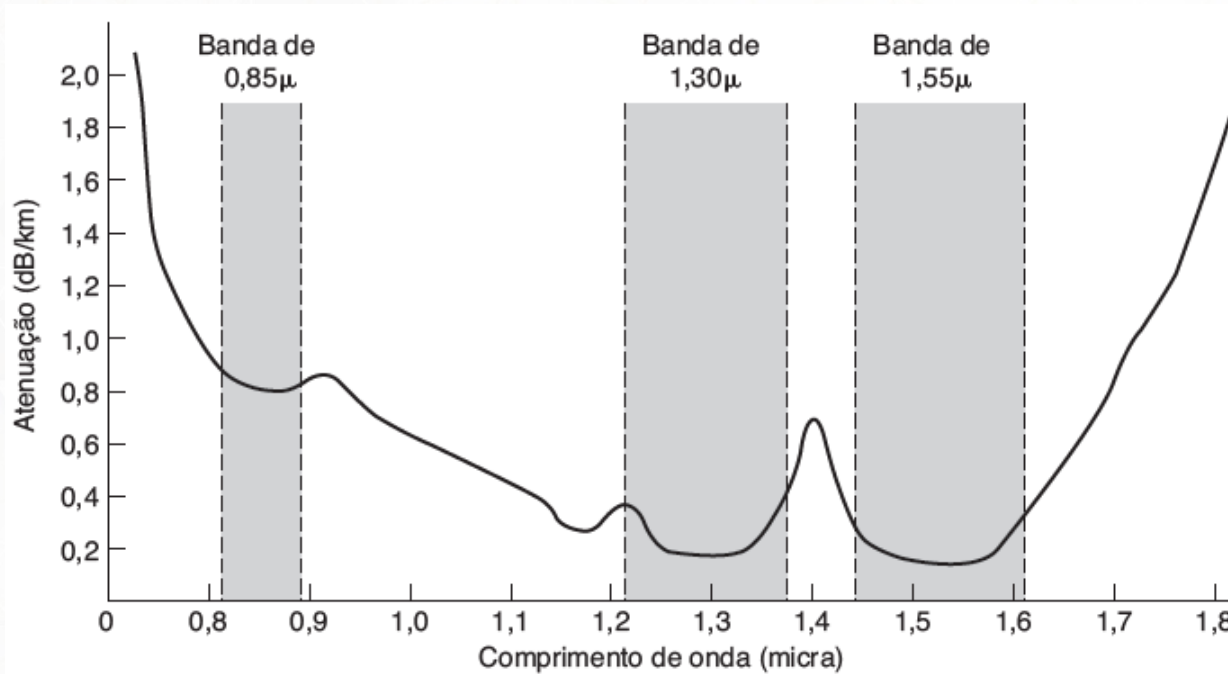
- Fibra Óptica
 - Existem três tipos de conectores para cabos de fibra óptica



- Conector SC (canal de assinante) é usado geralmente em TV a cabo
- Conector ST (ponta reta) é empregado para conectar o cabo de fibra aos dispositivos de rede
- O conector MT-RJ é um conector que é do mesmo tamanho do RJ45

Meios de transmissão guiados

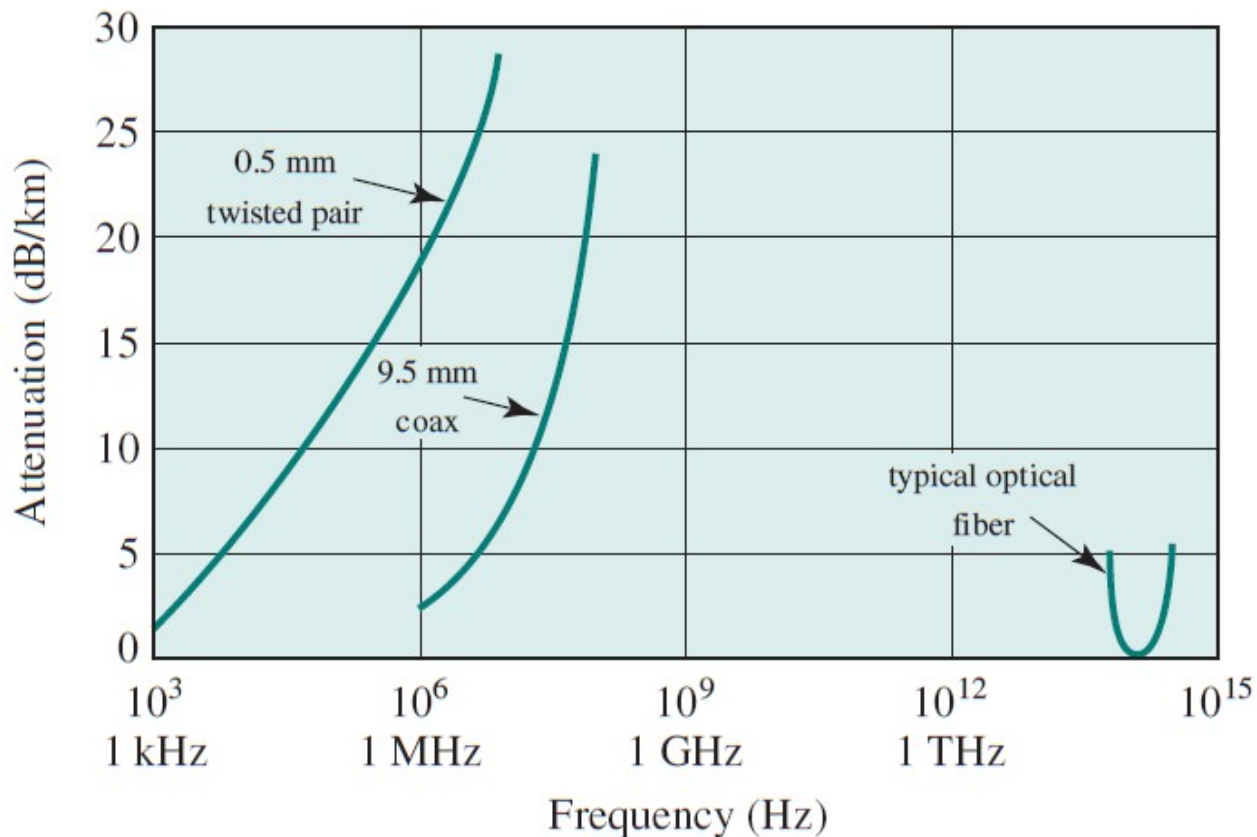
- Fibra Óptica
 - Desempenho



TANEMBAUM

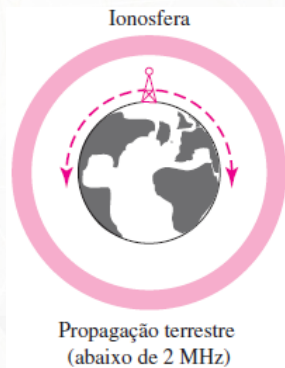
Meios de transmissão guiados

- Comparação



Meios de transmissão não guiados

- Transportam ondas eletromagnéticas sem o uso de um condutor físico
- Os sinais são normalmente transmitidos pelo espaço livre
 - ficam disponíveis a qualquer dispositivo capaz de recebê-lo



- Baixas frequências
- Trafegam em alturas baixas e seguem a curvatura da Terra



- Ondas de alta frequência irradiadas para cima
- Refletem na ionosfera permitindo maior alcance com menor potência



- Sinais de frequência muito altas propagadas em linha reta
- Antenas têm que ser unidirecionais, voltadas uma para as outras

Meios de transmissão não guiados

- O espectro eletromagnético é dividida em oito bandas, cada uma regulamentada por órgãos governamentais

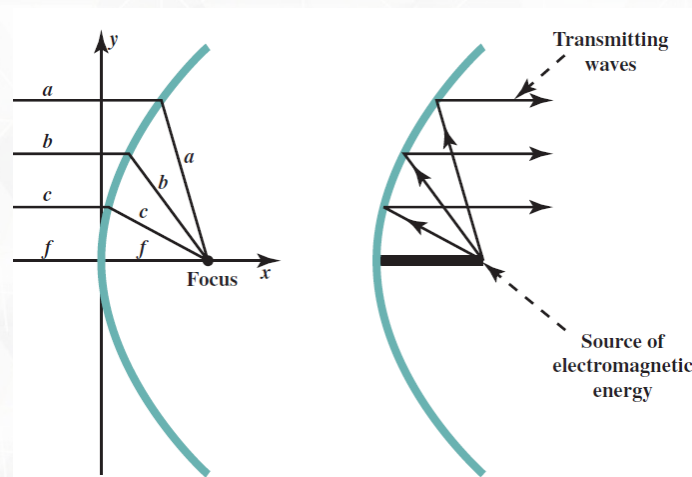
Banda	Intervalo	Propagação	Aplicação
VLF (freq. muito baixa)	3 - 30 kHz	Terrestre	Radionavegação de longo alcance
LF (baixa freq.)	30 - 300 kHz	Terrestre	Radiofaróis e localizadores de navegação
MF (freq. média)	300 kHz - 3 MHz	Ionosférica	Rádio AM
HF (alta freq.)	3 - 30 MHz	Ionosférica	Banda do cidadão (CB), comunicações de aeronaves e navios
VHF (freq. muito alta)	30 - 300 MHz	Ionosférica e linha de visada	TV VHF, rádio FM
UHF (freq. ultra-elevada)	300 MHz – 3 GHz	Linha de visada	TV UHF, telefones celulares, pagers, satélites
SHF (freq. super alta)	3 GHz - 30 GHz	Linha de visada	Comunicação via satélite
EHF (freq. extremamente alta)	30 - 300 GHz	Linha de visada	Radar

Meios de transmissão não guiados

- Podemos dividir a transmissão sem fio em três grupos:
 - **Ondas de rádio**
 - Normalmente são as ondas eletromagnéticas que vão de 3 kHz a 1 GHz
 - São, em sua maioria, omnidirecionais, ou seja, se propaga para todas as direções
 - **Microondas**
 - Normalmente na faixa entre 1 e 300 GHz
 - Geralmente são usadas antenas unidirecionais
 - Microondas de frequências muito elevadas não conseguem transpor paredes
 - **Infravermelho**
 - Frequências que vão dos 300 GHz aos 400 THz (λ entre 1 mm e 770 nm)
 - Usado para comunicação a curta distância

Meios de transmissão não guiados

- Antenas são condutores elétricos ou sistemas de condutores usados para irradiar o sinal eletromagnético ou para coletar tal sinal
- Antena parabólica se baseia na geometria de uma parábola
 - Toda reta paralela à linha de simetria (linha de visada) reflete de maneira a interceptar um ponto comum chamado foco
 - Atua como um funil, recuperando uma parte maior do sinal do que seria possível com uma antena de ponto único



Meios de transmissão não guiados

- Ganho (G) da antena direcional é definido como a potência de saída (P_1), em uma direção particular, comparada com aquela produzida em todas as direções por uma antena omnidirecional, também conhecida como isotrópica (P_2)
 - O ganho de cada antena é o quanto ela é mais diretiva que a antena de referência e não uma amplificação da potência

$$G_{dBi} = 10 \log(P_2/P_1)$$

- Por exemplo, se uma antena tem ganho de 3 dBi, ela dobra a intensidade irradiada em uma direção quando comparada com uma antena omnidirecional
 - Aumentar a intensidade em uma direção reduzindo a irradiação em outras

Meios de transmissão não guiados

- Exemplo de ganho de antena
 - Considere uma antena direcional que tem um ganho de 6 dB sobre uma antena de referência e que irradia 700 W. Quanta potência a antena de referência deve irradiar para fornecer a mesma potência de sinal na direção esperada?

$$G_{\text{dB}} = 10 \log(P_2/P_1)$$

$$6 = 10 \log(P_2/700)$$

$$\log(P_2/700) = 0,6$$

$$P_2/700 = 10^{0,6}$$

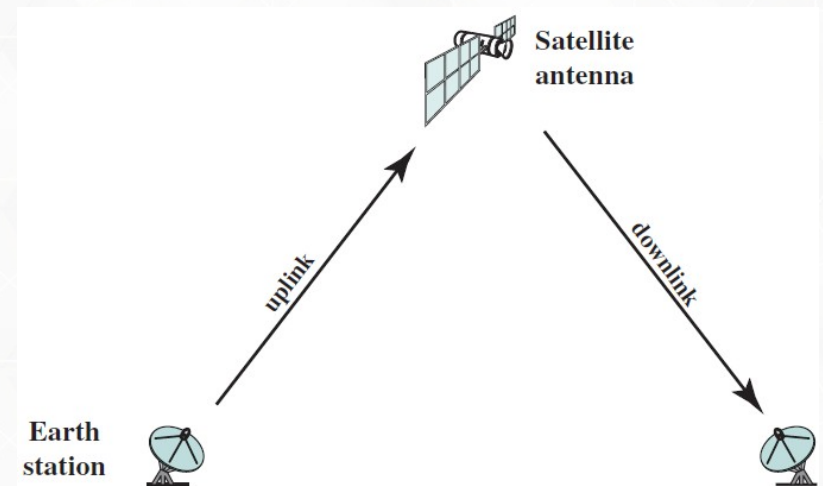
$$P_2/700 = 3,9810$$

$$P_2 = 2786 \text{ W}$$

Meios de transmissão não guiados

- Satélites

- Satélites funcionam como repetidores de micro-ondas
- Recebem sinal em uma frequência (*uplink*) e retransmite em outra (*downlink*) para evitar interferências*
- Possui uma área de cobertura, onde a potência do sinal é maior
- Trabalha com frequências na casa dos GHz e possui largura de banda de centenas de MHz
- Atrasos de propagação elevados
- Aplicações
 - Telefonia intercontinental
 - Distribuição de TV a cabo
 - Redes privadas (VSAT)



*Geralmente *uplink* 5,9 – 6,4 GHz, *downlink* 3,7 – 4,2 GHz (banda 4/6 GHz). Usa-se também a banda 12/14 GHz