

INSTALADOR E REPARADOR DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES

**UNIDADE CURRICULAR: Fundamentos
de Telecomunicações - 80 horas**



1. Meios físicos

1. Propriedades
 1. Retardo
 2. Limitação em largura de faixa
 3. Características físicas
2. Distúrbios
 1. Atenuação
 2. Distorção
 3. Ruídos
 4. Interferências
 5. Específicos dos meios sem fio
3. Confinados
 1. Cabos de pares metálicos
 2. Cabos coaxiais
 3. Cabos de fibra óptica
4. Não confinados
 1. Ar
 2. Ondas eletromagnéticas
5. Testes
 1. Em cabos de pares metálicos
 2. Em cabos de fibras ópticas
 3. Em meios sem fio



Cabos

Os cabos de telecomunicações são os meios físicos utilizados para transmissão de informações e/ou sinais elétricos e óticos de telecomunicações em geral, incluindo a transmissão de voz (telefonia), a transmissão de dados (Internet) e a transmissão de canais de TV paga.



A maioria dos cabos usados em telecomunicações são fabricados com materiais condutores de energia elétrica como cobre ou alumínio, mas nem todos os cabos são metálicos, por exemplos a fibra ótica que por sua vez é feita de vidro e transmite os sinais de comunicação através de um feixe de luz.



Para minimizar a interferência, o tipo de fiação usada em redes de computadores é escolhido levando-se em conta o tipo de aplicação que será implementada.

Quando um sinal elétrico viaja através de um fio, ele emite energia eletromagnética que pode se propagar através do ar.

Sempre que um fio encontra outro fio, uma onda eletromagnética gera uma corrente elétrica pequena no fio, mas a depender a quantidade de fios e do sentido em eles se encontram, pode gerar uma interferência indesejada.

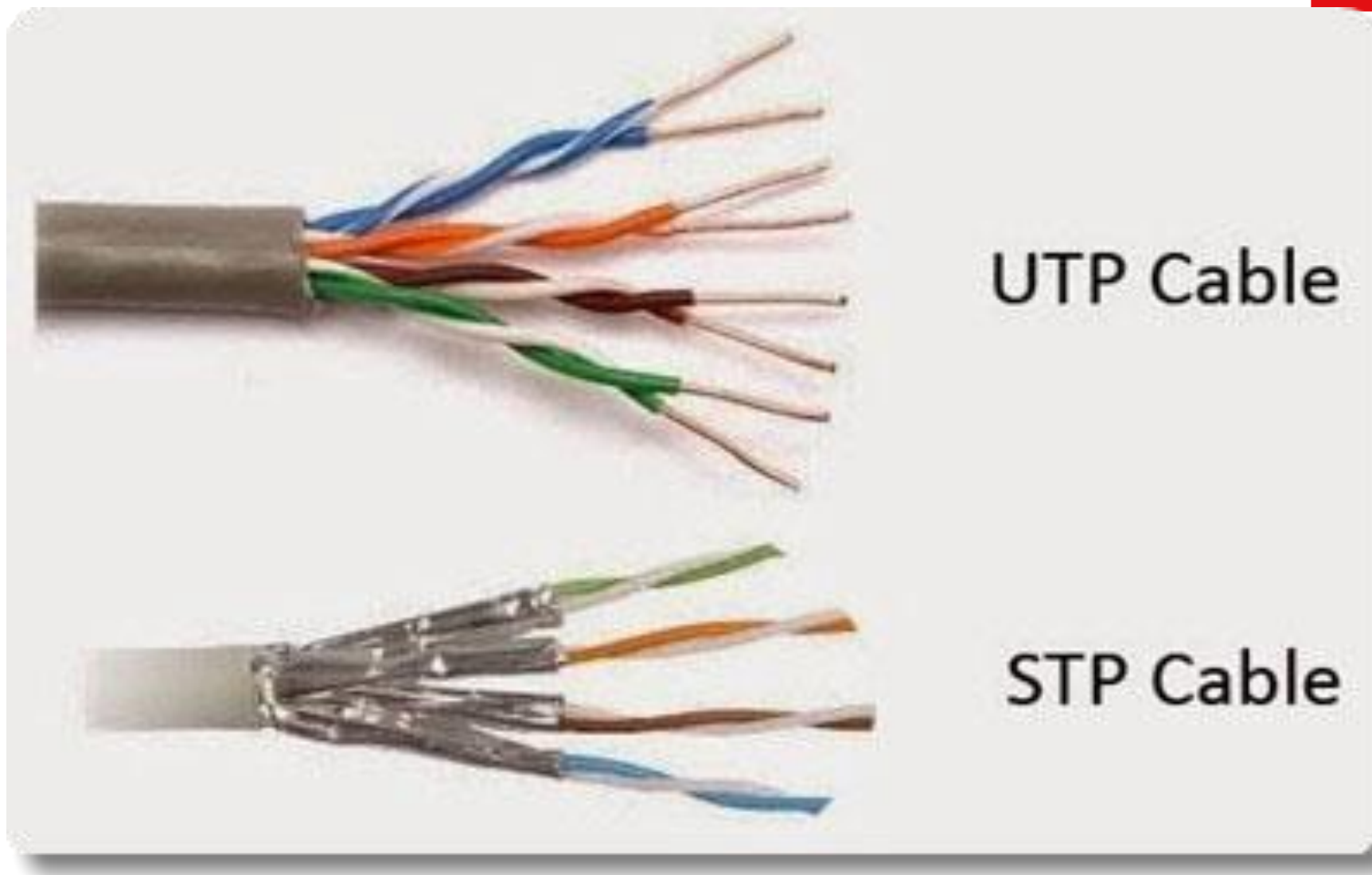


Para minimizar a interferência, as redes utilizam basicamente três tipos de cabos:

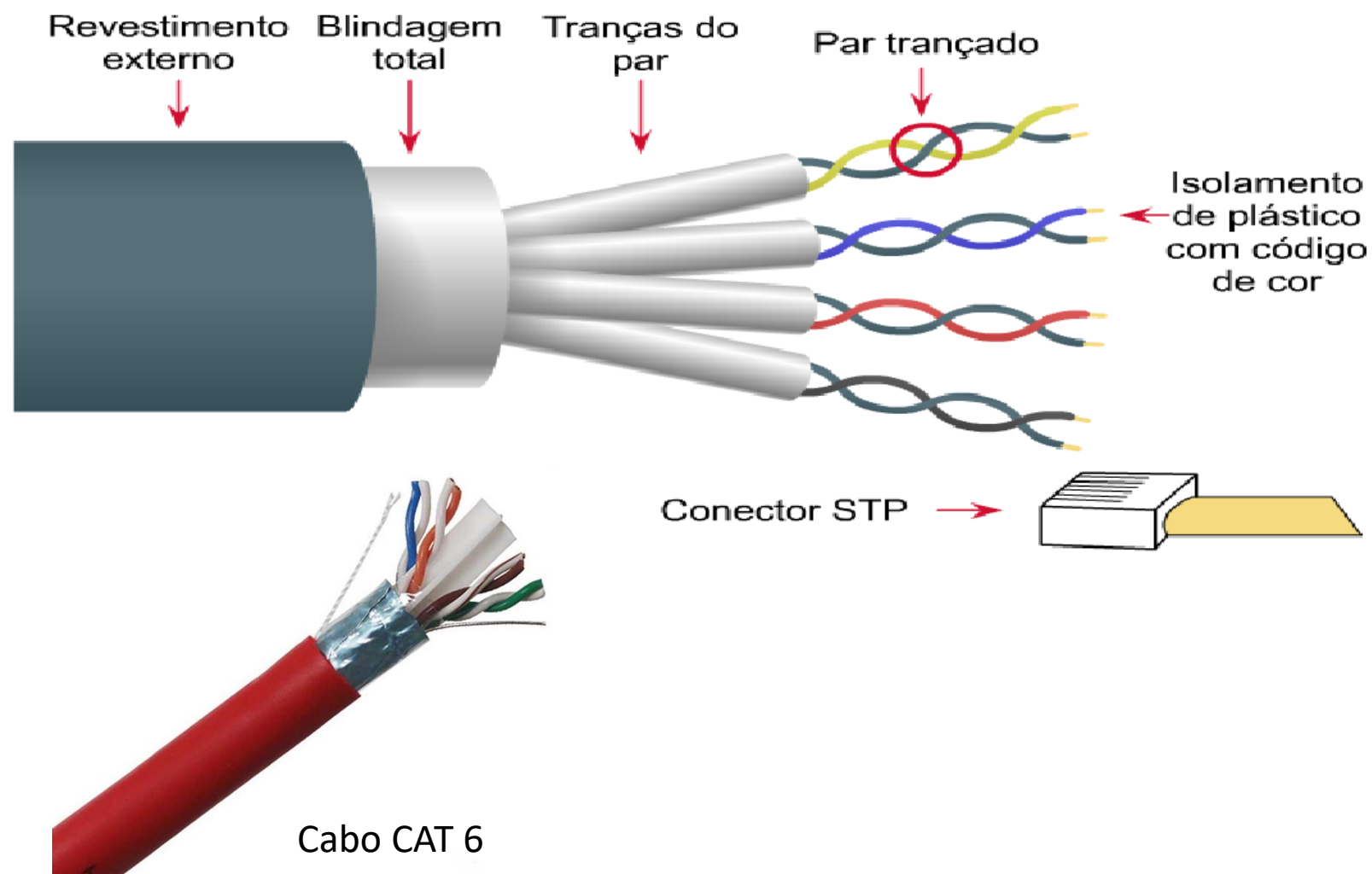
- ✓ para trançado UTP/STP,
- ✓ cabo coaxial e
- ✓ fibra ótica.



Par Metálico (trançado)



STP (par trançado blindado)




Características

Possui quatro pares de fios trançados. Cada par é torcido de maneira (passo) diferente a fim de impedir interferências eletromagnéticas sobre os sinais a serem transmitidos.

Aplicações

Em telecomunicações é indicado para comunicações mais rápidas que os cabos telefônicos usuais. Os cabos desta categoria podem ser ligados a qualquer ambiente onde o usuário queira utilizar um telefone ou um computador.



Cabo par trançado é usado na conexão de dispositivos de computação e redes de computadores e transmissão de internet fibra ótica do tipo EPOM, onde a fibra ótica chega até a caixa de distribuição chamada PacPom e depois o cabo par trançado faz a conexão dos PacSwitch.

O cabo par trançado também é usado em telefonia e diversas outras aplicações.



O **cabo par trançado** é um dos mais usados em redes de computadores por apresentar um baixo custo e ser fácil de ser manuseado.

A categoria a mais utilizadas é a categoria CAT 5e, pois permite velocidades de até 350Mbps/s em comprimentos de 100 m e 1000Mbps/s com medidas menores.



Os cabos de categoria CAT 6a são capazes de transmitir em frequências de 250Mhz e velocidades de 1000Mbits/s em comprimentos de 100m, sendo que em medidas de 50m é possível atingir até 10Gbits/s.

Atualmente o par trançado encontra-se na categoria CAT 7 e CAT 8 que pode atingir velocidades de 40Gbps com 50m e 100Gbps em comprimentos de 15 m e operam em frequências de 600Mhz e 2000Mhz respectivamente.



Com isso o cabo par trançado consegue entregar uma excelente qualidade de transmissão de dados, tornando-se uma ótima opção custo benefício.

Obs.: O cabo par trançado continua sendo muito utilizado hoje em dia e permanecerá assim por muito tempo ainda.



CABO COAXIAL



CABO COAXIAL

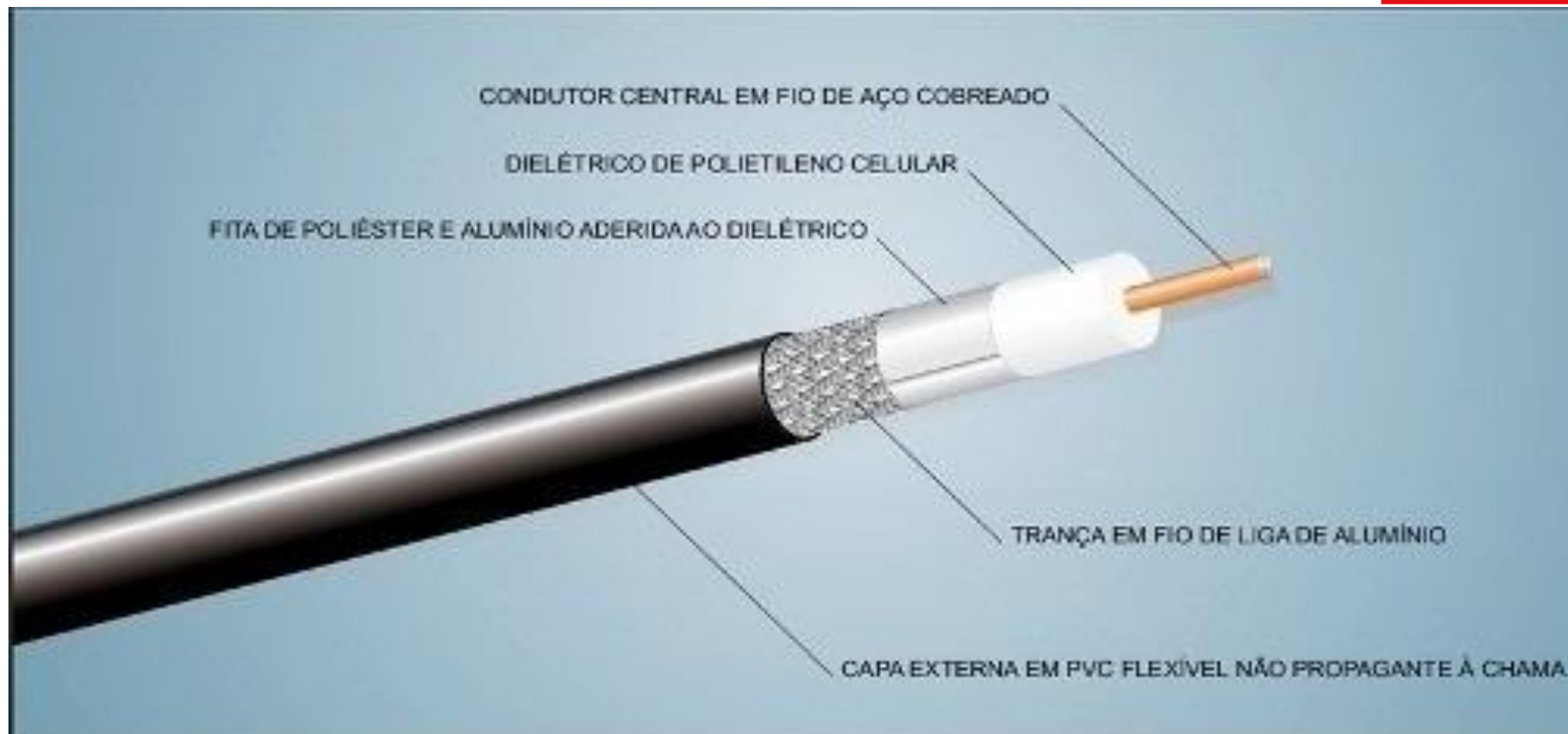


O **cabo coaxial** é um tipo de cabo usado para transmitir sinais. Este tipo de cabo é constituído por um fio de cobre condutor revestido por um material isolante e rodeado de uma blindagem.

Recebe o nome de *coaxial* pelo fato de que todos os seus elementos constituintes (núcleo interno, isolador, escudo exterior e cobertura) estão dispostos em camadas concêntricas de condutores e isolantes que compartilham o mesmo eixo (*axis*) geométrico.



CABO COAXIAL



APLICAÇÕES



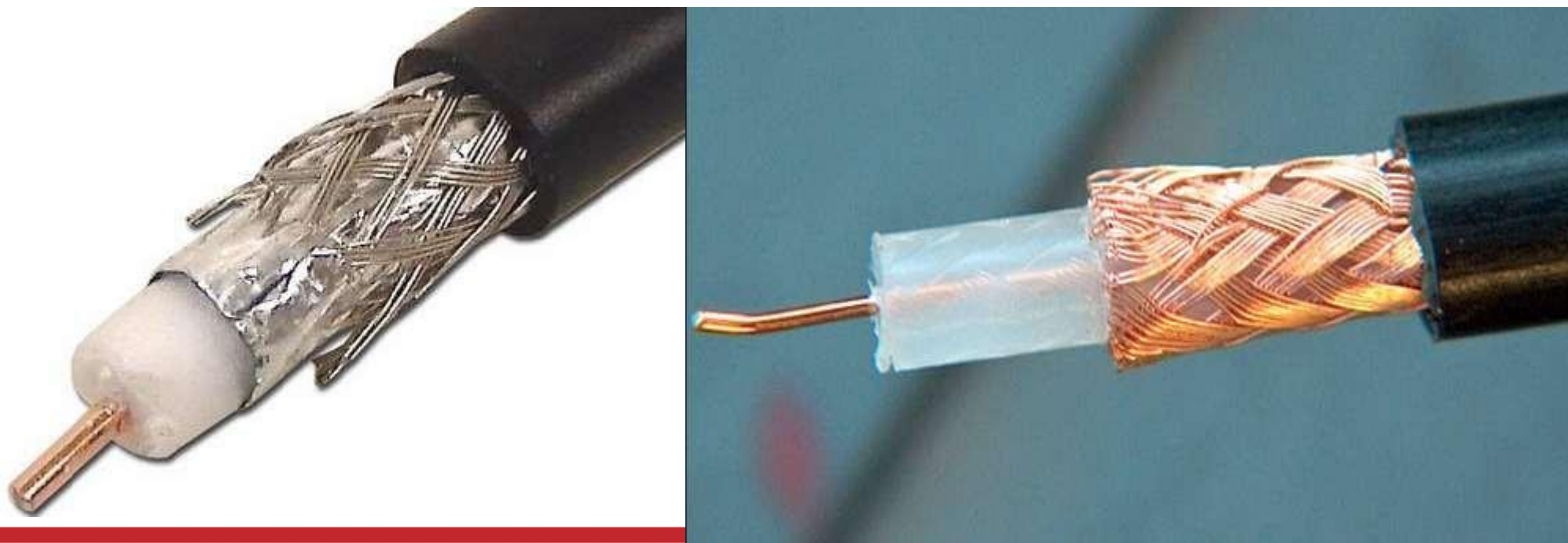
- Cabo coaxial é um cabo de alta capacidade, amplamente utilizado para a transmissão de sinais de televisão, e de áudio digital de alta frequência.
- Estes cabos já foram largamente utilizado para a conexão de redes de computadores, que utilizavam a topologia de redes em barramento.
- Hoje poucas são as redes que as utilizam, no entanto são predominantes em conexões de televisores, circuitos fechados de TV e alarmes.
- A velocidade de transmissão é bastante elevada devido a tolerância aos ruídos graças à malha de proteção desses cabos.



Propriedades Físicas



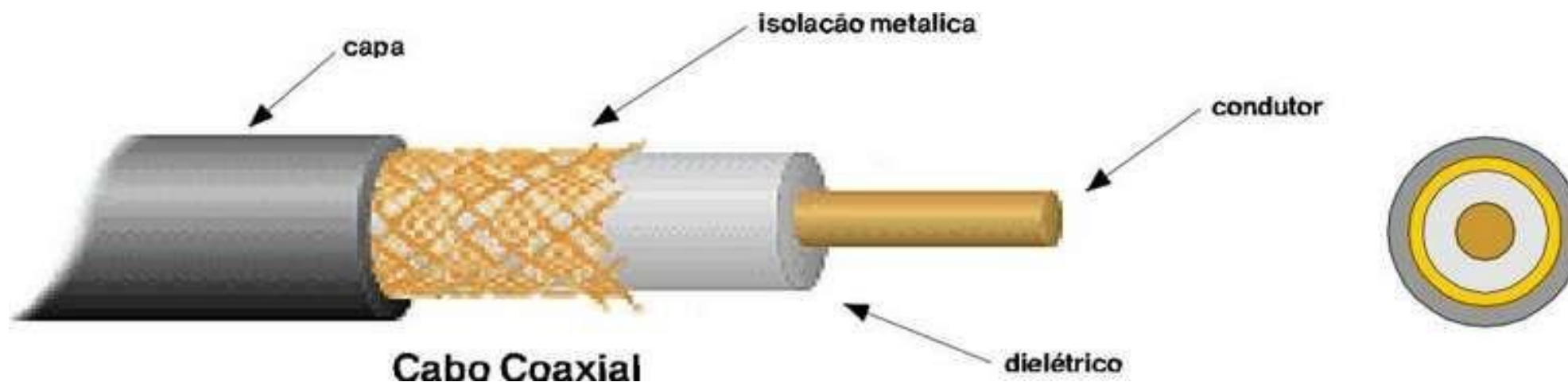
- Constituído por diversas camadas concêntricas de condutores e isolantes
- O cabo coaxial é formado por dois condutores.
- Um interno e o outro disposto na forma de malha envolvendo o condutor central.
- Coaxial refere-se ao fato de o cabo ser feito de vários revestimentos compartilhando o mesmo eixo central (co-eixo).



Propriedades Físicas



- As camadas deste cabo possuem as seguintes funções:
 - Condutor Interno: utilizado para transmitir as informações pelo cabo coaxial
 - Dielétrico: separador entre o condutor interno e o condutor externo
 - Condutor externo (malha): utilizado como escudo de proteção para o condutor interno, formando uma gaiola de Faraday. Também tem função relevante na condução do sinal pois da mesma forma que no condutor interno, temos passagem de corrente elétrica nesta blindagem.
 - Proteção: feita de plástico, borracha ou PVC, protege o interior do cabo coaxial



APLICAÇÕES



Os cabos coaxiais são usados em diferentes aplicações:

- Ligações de áudio
- Ligações de rede de computadores
- Ligações de sinais de rádiofrequência para rádio e TV - (Transmissores/receptores)
- Ligações de rádio



VANTAGENS



- Sua blindagem permite que o cabo seja longo
- Mais barato que o par trançado blindado
- Melhor imunidade contra ruídos e atenuação do sinal que o par trançado sem blindagem.



VANTAGENS



- Suas características elétricas são bastante favoráveis à transmissão de sinais de alta frequência, uma vez que possui boa imunidade.
- Sua capacidade de transmissão é alta e, usando FDM (Multiplexação por divisão de frequência), é possível subdividi-lo em subcanais, cada um com uma transmissão independente.



VANTAGENS



- A vantagem principal reside no fato de ter um dos seus condutores (o externo) atuando como uma blindagem para o outro (o interno)
- Dessa forma, as interferências que poderiam atrapalhar o sinal, são detidas na capa externa e desviadas para terra.
- O mesmo acontece com o sinal mandado pelo cabo coaxial



APLICAÇÕES



- O cabo coaxial é utilizado como guia de onda para transmissão de sinais de rádio frequência.
- Suas aplicações incluem:
 - Banda Base: Ligação de redes de computadores
 - Banda Larga: Ligação de rádio transmissores e receptores com as suas antenas; condução de sinais de televisão, ex: CATV.



APLICAÇÕES



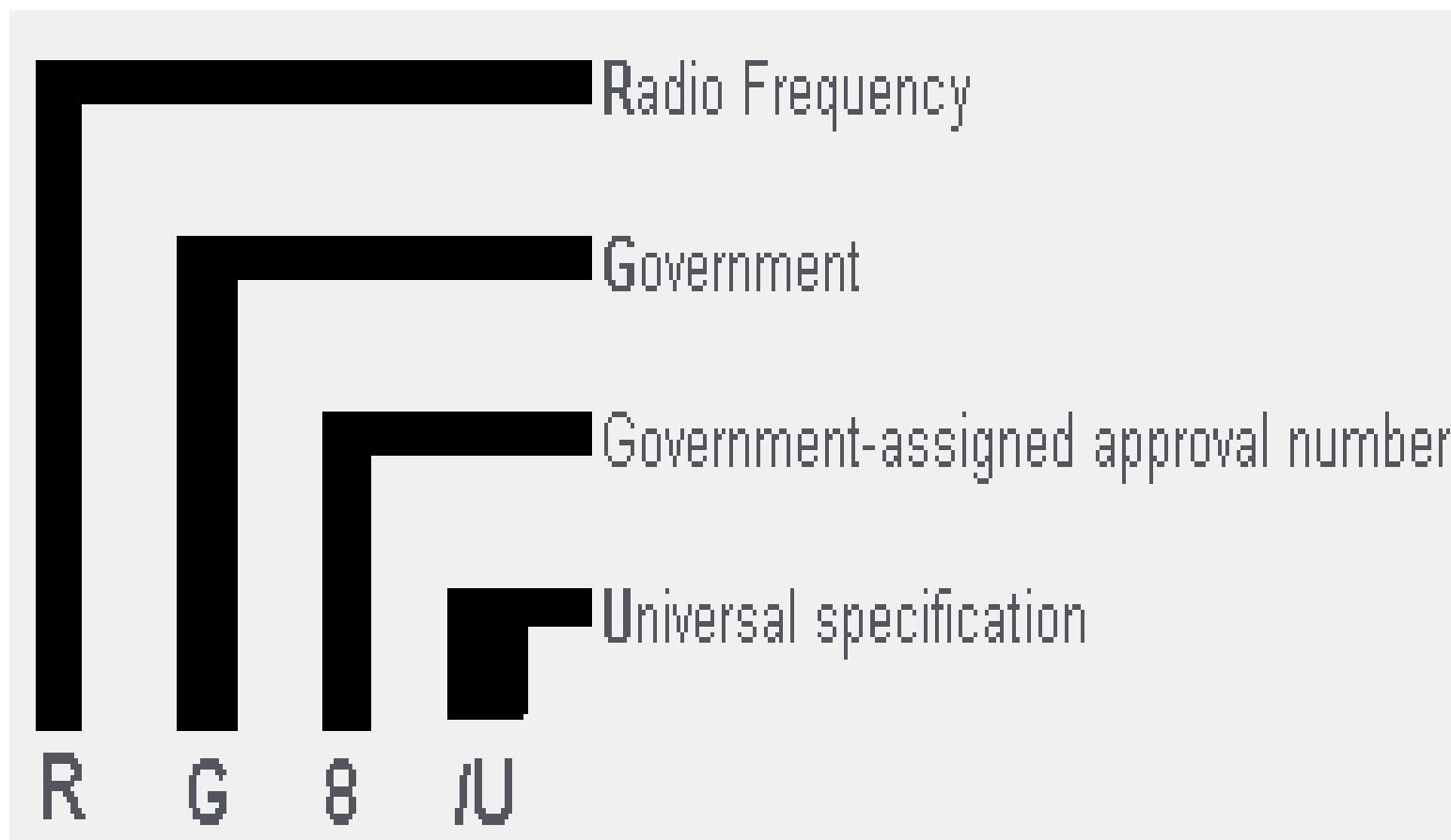
APLICAÇÕES



- Apesar de apresentar maior banda passante que os cabos UTP e ter uma boa imunidade ao ruído, os cabos coaxiais são mais caros e difíceis de manusear.
- Esse tipo de cabo não é utilizado no cabeamento estruturado, porém a sua presença nas instalações de entrada ou em redes internas de TV a cabo são comuns nas instalações prediais.
- A banda passante necessária para transmitir todos os canais de TV (de 54 até 890 MHz, BW=836MHz) é superior a banda dos cabos UTPs das categorias 5e, 6 e 6ª.



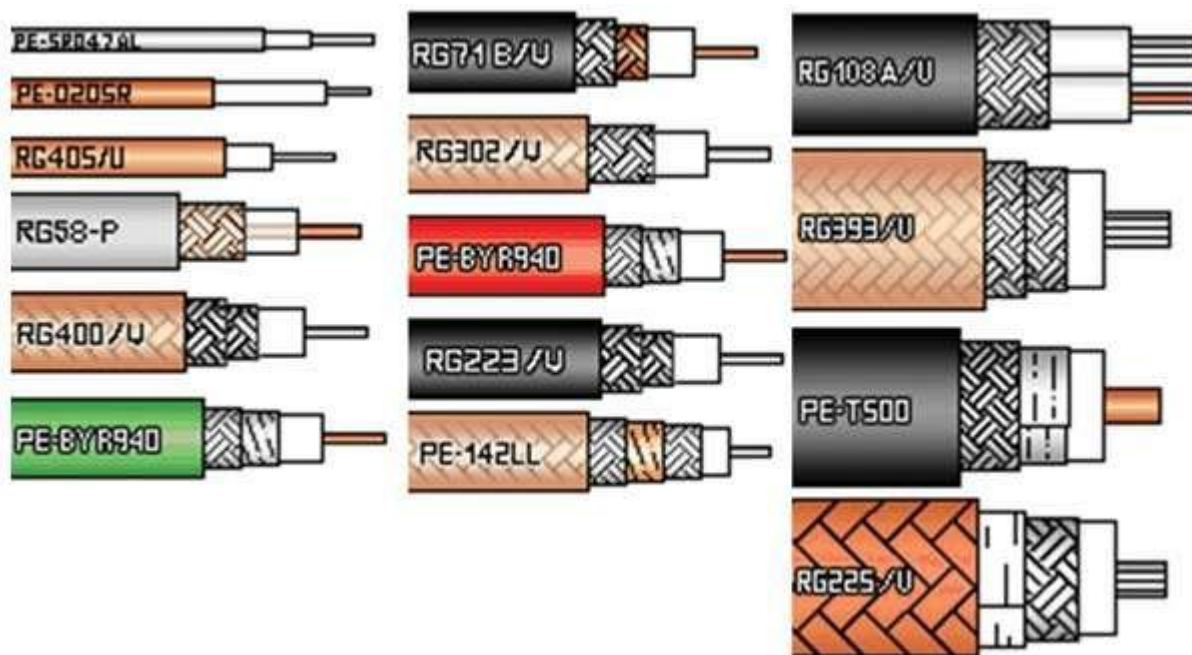
PADRÃO



PADRÃO









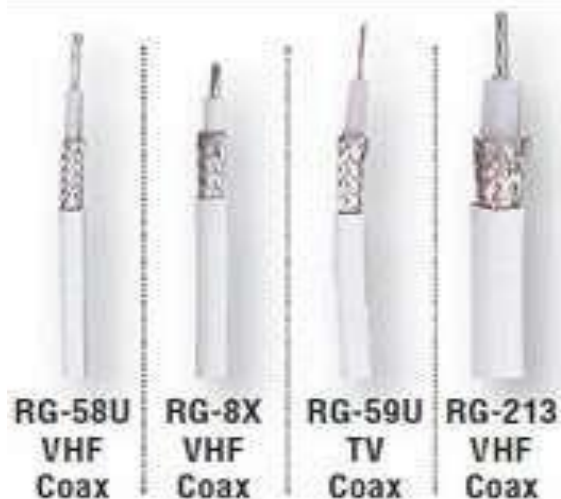
- As variedades de cabos coaxiais são decorrentes dos critérios elétricos e mecânicos. A frequência e a potência requerida dita as dimensões físicas do cabo coaxial.



PADRÃO



<div><div>RG174/U</div><div></div><div>50 Ohm Impedance</div></div>	<div><div>NOMINAL ATTENUATION</div><table><tr><th>MHz</th><th>db/100 ft</th><th>db/100m</th></tr><tr><td>50</td><td>5.8</td><td>19.0</td></tr><tr><td>100</td><td>8.4</td><td>27.6</td></tr><tr><td>200</td><td>12.5</td><td>41.0</td></tr><tr><td>400</td><td>19.0</td><td>62.3</td></tr><tr><td>1000</td><td>34.0</td><td>111.5</td></tr></table></div>	MHz	db/100 ft	db/100m	50	5.8	19.0	100	8.4	27.6	200	12.5	41.0	400	19.0	62.3	1000	34.0	111.5	<div><div>RG59A/U</div><div></div><div>75 Ohm Impedance</div></div>	<div><div>NOMINAL ATTENUATION</div><table><tr><th>MHz</th><th>db/100 ft</th><th>db/100m</th></tr><tr><td>50</td><td>2.8</td><td>9.2</td></tr><tr><td>100</td><td>4.0</td><td>13.1</td></tr><tr><td>200</td><td>5.9</td><td>19.4</td></tr><tr><td>400</td><td>8.5</td><td>27.9</td></tr><tr><td>1000</td><td>13.8</td><td>45.3</td></tr></table></div>	MHz	db/100 ft	db/100m	50	2.8	9.2	100	4.0	13.1	200	5.9	19.4	400	8.5	27.9	1000	13.8	45.3
MHz	db/100 ft	db/100m																																					
50	5.8	19.0																																					
100	8.4	27.6																																					
200	12.5	41.0																																					
400	19.0	62.3																																					
1000	34.0	111.5																																					
MHz	db/100 ft	db/100m																																					
50	2.8	9.2																																					
100	4.0	13.1																																					
200	5.9	19.4																																					
400	8.5	27.9																																					
1000	13.8	45.3																																					
<div><div>RG316/U</div><div></div><div>50 Ohm Impedance</div></div>	<div><div>NOMINAL ATTENUATION</div><table><tr><th>MHz</th><th>db/100 ft</th><th>db/100m</th></tr><tr><td>50</td><td>5.6</td><td>18.4</td></tr><tr><td>100</td><td>8.3</td><td>27.2</td></tr><tr><td>200</td><td>12.0</td><td>39.4</td></tr><tr><td>400</td><td>17.5</td><td>57.4</td></tr><tr><td>1000</td><td>29.0</td><td>95.1</td></tr></table></div>	MHz	db/100 ft	db/100m	50	5.6	18.4	100	8.3	27.2	200	12.0	39.4	400	17.5	57.4	1000	29.0	95.1	<div><div>RG59B/U</div><div></div><div>75 Ohm Impedance</div></div>	<div><div>NOMINAL ATTENUATION</div><table><tr><th>MHz</th><th>db/100 ft</th><th>db/100m</th></tr><tr><td>50</td><td>2.4</td><td>7.9</td></tr><tr><td>100</td><td>3.4</td><td>11.1</td></tr><tr><td>200</td><td>4.9</td><td>16.1</td></tr><tr><td>400</td><td>7.0</td><td>23.0</td></tr><tr><td>1000</td><td>12.0</td><td>39.3</td></tr></table></div>	MHz	db/100 ft	db/100m	50	2.4	7.9	100	3.4	11.1	200	4.9	16.1	400	7.0	23.0	1000	12.0	39.3
MHz	db/100 ft	db/100m																																					
50	5.6	18.4																																					
100	8.3	27.2																																					
200	12.0	39.4																																					
400	17.5	57.4																																					
1000	29.0	95.1																																					
MHz	db/100 ft	db/100m																																					
50	2.4	7.9																																					
100	3.4	11.1																																					
200	4.9	16.1																																					
400	7.0	23.0																																					
1000	12.0	39.3																																					
<div><div>RG58C/U</div><div></div><div>50 Ohm Impedance</div></div>	<div><div>NOMINAL ATTENUATION</div><table><tr><th>MHz</th><th>db/100 ft</th><th>db/100m</th></tr><tr><td>50</td><td>3.3</td><td>10.8</td></tr><tr><td>100</td><td>4.9</td><td>16.1</td></tr><tr><td>200</td><td>7.3</td><td>23.9</td></tr><tr><td>400</td><td>11.0</td><td>36.1</td></tr><tr><td>1000</td><td>20.0</td><td>65.6</td></tr></table></div>	MHz	db/100 ft	db/100m	50	3.3	10.8	100	4.9	16.1	200	7.3	23.9	400	11.0	36.1	1000	20.0	65.6	<div><div>RG6/U</div><div></div><div>75 Ohm Impedance</div></div>	<div><div>NOMINAL ATTENUATION</div><table><tr><th>MHz</th><th>db/100 ft</th><th>db/100m</th></tr><tr><td>50</td><td>1.5</td><td>4.9</td></tr><tr><td>100</td><td>2.1</td><td>6.9</td></tr><tr><td>200</td><td>3.1</td><td>10.2</td></tr><tr><td>400</td><td>4.5</td><td>14.8</td></tr><tr><td>1000</td><td>7.3</td><td>23.9</td></tr></table></div>	MHz	db/100 ft	db/100m	50	1.5	4.9	100	2.1	6.9	200	3.1	10.2	400	4.5	14.8	1000	7.3	23.9
MHz	db/100 ft	db/100m																																					
50	3.3	10.8																																					
100	4.9	16.1																																					
200	7.3	23.9																																					
400	11.0	36.1																																					
1000	20.0	65.6																																					
MHz	db/100 ft	db/100m																																					
50	1.5	4.9																																					
100	2.1	6.9																																					
200	3.1	10.2																																					
400	4.5	14.8																																					
1000	7.3	23.9																																					



Padrão (75 Ohms)



Cabos coaxiais comuns

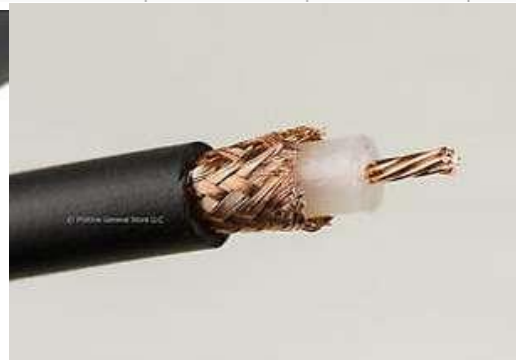
tipo	impedância ohms	núcleo	Dielétrica Tipo	Dielétrica VF	Dielétrica em	Dielétrica mm	OD em	Mm OD	escudos	Comentários	max atenuação @ 750 MHz dB / 100 pés
RG-6 / U	75	1,0 milímetros	PF	0,75	0,185	4.7	0.270	6,86	duplo	Baixa perda em alta frequência para a televisão por cabo , televisão por satélite e modems de cabo	5.65
RG-59 / U	75	0,64 milímetros	PE	0.66	0,146	3.7	0,242	6.1	único	Usado para transportar baseband vídeo em circuito fechado de televisão , utilizado anteriormente para a televisão por cabo . Em geral, tem pobre blindagem mas será portador de um sinal de vídeo HD ou HQ em distâncias curtas. ^[21]	9,708 ^[17]



Padrão (50 Ohms)



tipo	impedância ohms	núcleo	Dieletrica Tipo	Dieletrica VF	Dieletrica em	Dieletrica mm	OD em	Mm OD	escudos	Comentários	max atenuação @ 750 MHz dB / 100 pés
RG-8 / U	50	2,17 milímetros	PE		0,285	7.2	0,405	10.3		Rádio amador ; Thicknet (10BASE5) é semelhante	5,967 [17]
RG-58 / U	50	0,81 milímetros	PE	0.66	0,116	2,9	0,195	5	único	Usado para radiocomunicação e de rádio amador , Ethernet fina (10BASE2) e NIM eletrônica, Loss 1.056 dB / m @ 2.4 GHz. Comum. [20]	13,104 [17]
RG-213 / U	50	7 x 0,0296 em Cu	PE	0.66	0,285	7.2	0,405	10.3	único	Para radiocomunicações e rádio amador , cabos de antena teste EMC. Perda tipicamente menor do que RG58. Comum. [28]	5,967 [17]
RG-178/U	50	7x0.1 mm (Ag-plated Cu-clad Steel)	PTFE	0.69	0.033	0.84	0.071	1.8	single	Used for high-frequency signal transmission.[24]	42.7 @ 900 MHz[25]



Conectores

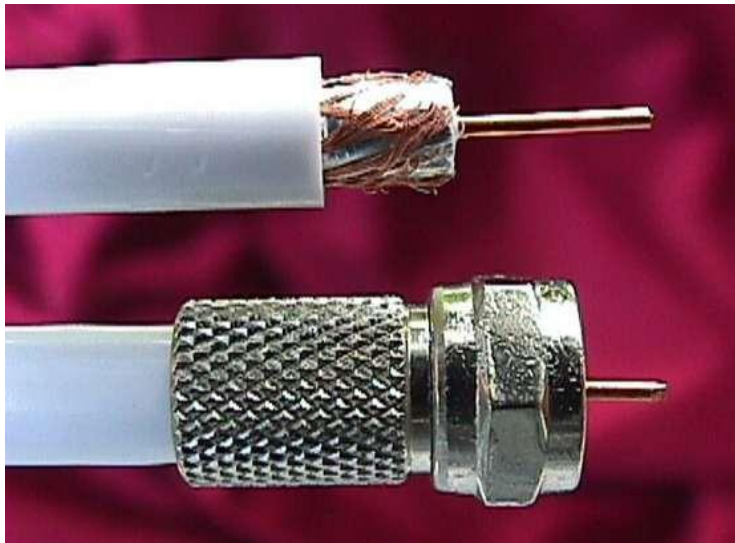
SENAI



Conector F



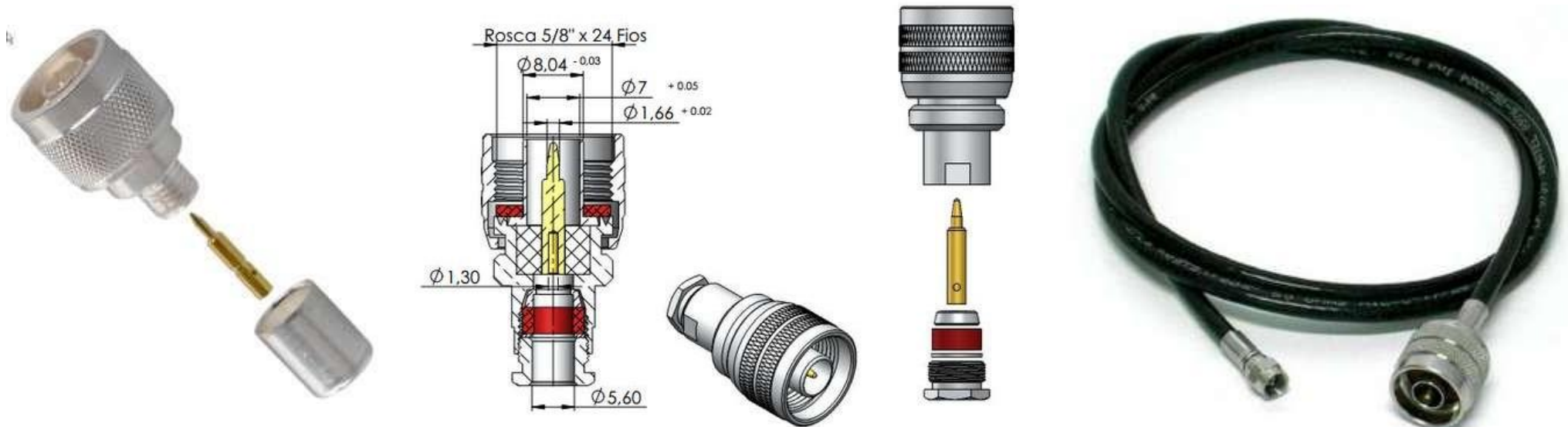
- Os conectores F, ao invés de possuírem um pino central, utilizam o próprio condutor rígido central para contato.
- São utilizados para conectar cabos coaxiais RG-6 e RG-59, comuns em aplicações de serviços residenciais de TV a cabo, equipamentos de vídeo e segurança.



Conector N



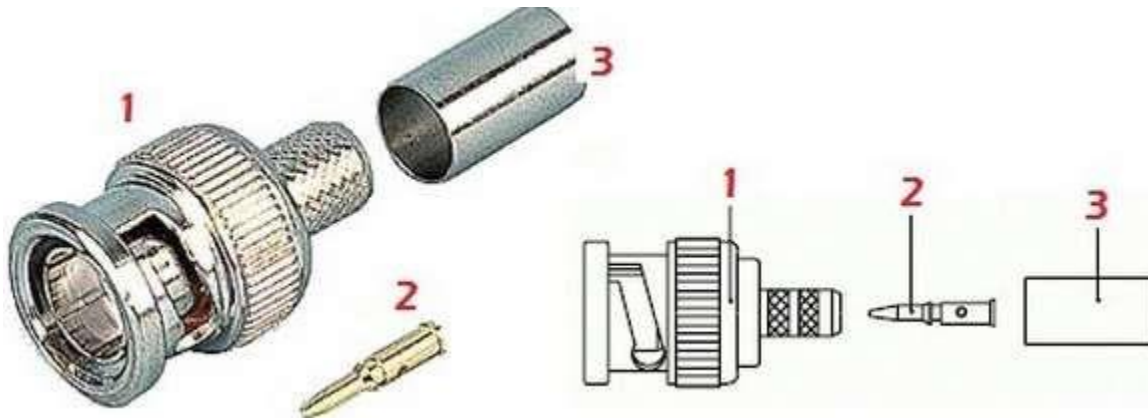
- Os conectores N são comumente utilizados em aplicações de Radio Frequencia, em conjunto com o cabo coaxial grosso, RG-8 e RG 11U, normalmente usados para interligação de rádios com as antenas, servindo como guias de onda.
- Sua conectorização é efetuada por um pino central (baioneta) que deve recobrir o condutor central do cabo. Sua fixação é composta de um anel externo recantilhado para encaixe com o conector fêmea.



Conector BNC



- Conector BNC (Bayonet Neil-Concelman)
- O BNC foi o conector mais utilizado nas redes locais de computadores, mas atualmente não é mais recomendado pelas normas.
- Este conector é composto por um pino central (baioneta) que deve ser instalado sobre o condutor flexível central do cabo, que por sua vez, pode ser: RG-6 ($75\ \Omega$), coaxial fino RG-58 A/U ($50\ \Omega$), RG-59 ($85\ \Omega$) e RG-62 ($93\ \Omega$).



Cabos Coaxiais Baseband



- O coaxial de banda base é de 50 ohms.
- cabo normalmente referido como cabo Ethernet, pois foi originalmente usado nas redes Ethernet.
- Nos sistemas de banda-base não há modulação do sinal.
- Transceptores são utilizados para colocar os sinais digitais diretamente sobre o cabo.
- Estes sinais são codificados usando algumas das técnicas, tais como Manchester ou Manchester Diferencial codificação de fase.



Cabos Coaxiais Baseband



- O sinal digital ocupa toda a largura de banda do cabo; assim, os cabos de banda de base tem apenas um canal em operação a qualquer momento no tempo.
- A transmissão é bidirecional.
- Muitas implementações de banda base operam na faixa de 10Mbps para Ethernet padrão, embora outros, como Token Ring em 16Mbps, opera a taxas mais elevadas.
- Os cabos para 10BASE5 são os coaxiais Thicknet ,
os cabos para 10BASE2 são os coaxiais Thinnet



Cabos Coaxiais Broadband



- A maioria dos sistemas de cabo coaxial de banda larga usa um CATV cabo padrão de 75 ohms.
- Vários canais derivados de frequência são operados em um único cabo simultaneamente.
- Banda larga e TV a cabo utilizam a vantagem da capacidade do cabo coaxial para transmitir muitos sinais ao mesmo tempo.
- Cada sinal é chamado de canal.
- Cada canal percorre em uma frequência diferente, por isso não interfere com outros canais.
- Os sinais são modulados em Rádio Frequência (RF) que são canais de 6 MHz ou 7 MHz de largura de banda.



Cabos Coaxiais Broadband



- Ao dividir os serviços em canais separados, diferentes tipos de sinais podem coexistir e viajar em direções opostas "entrada e saída" ao longo do mesmo cabo coaxial.
- capacidade de largura de banda alta devido ao fato de que existem vários canais em cada cabo
- Ex: 100 Mbps.
- Pode ser utilizado em modo ponto a ponto e modo difusão.



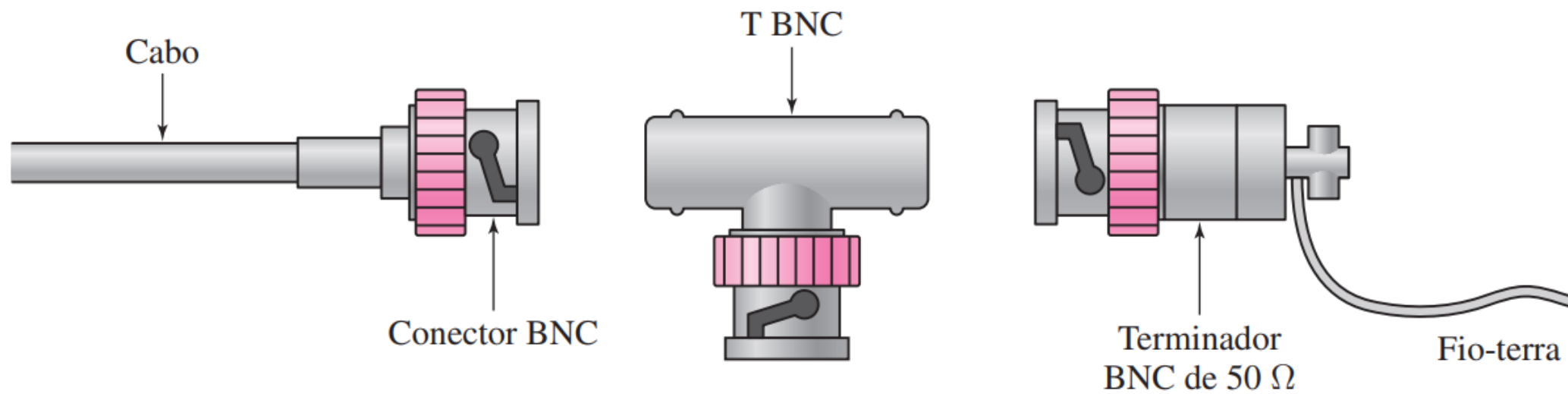
DESVANTAGENS



- Custo mais alto que o par trançado
- falhas na rede por mal contato nos conectores utilizados
- a rede pode cair inteira se acontecer um rompimento no cabo
- por ser mais rígido é mais difícil de manipular
- A espessura do cabo não permite alocar muitos cabos no mesmo conduíte.



Conector BNC

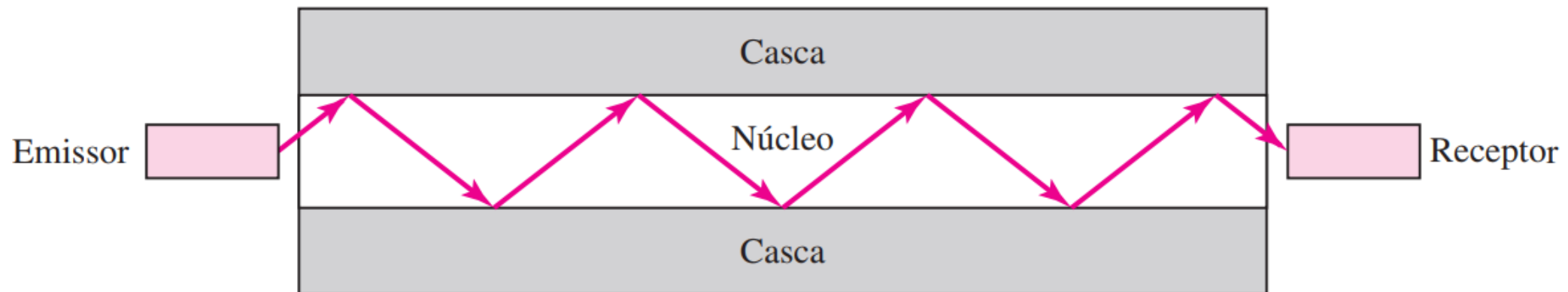


FIBRA ÓPTICA

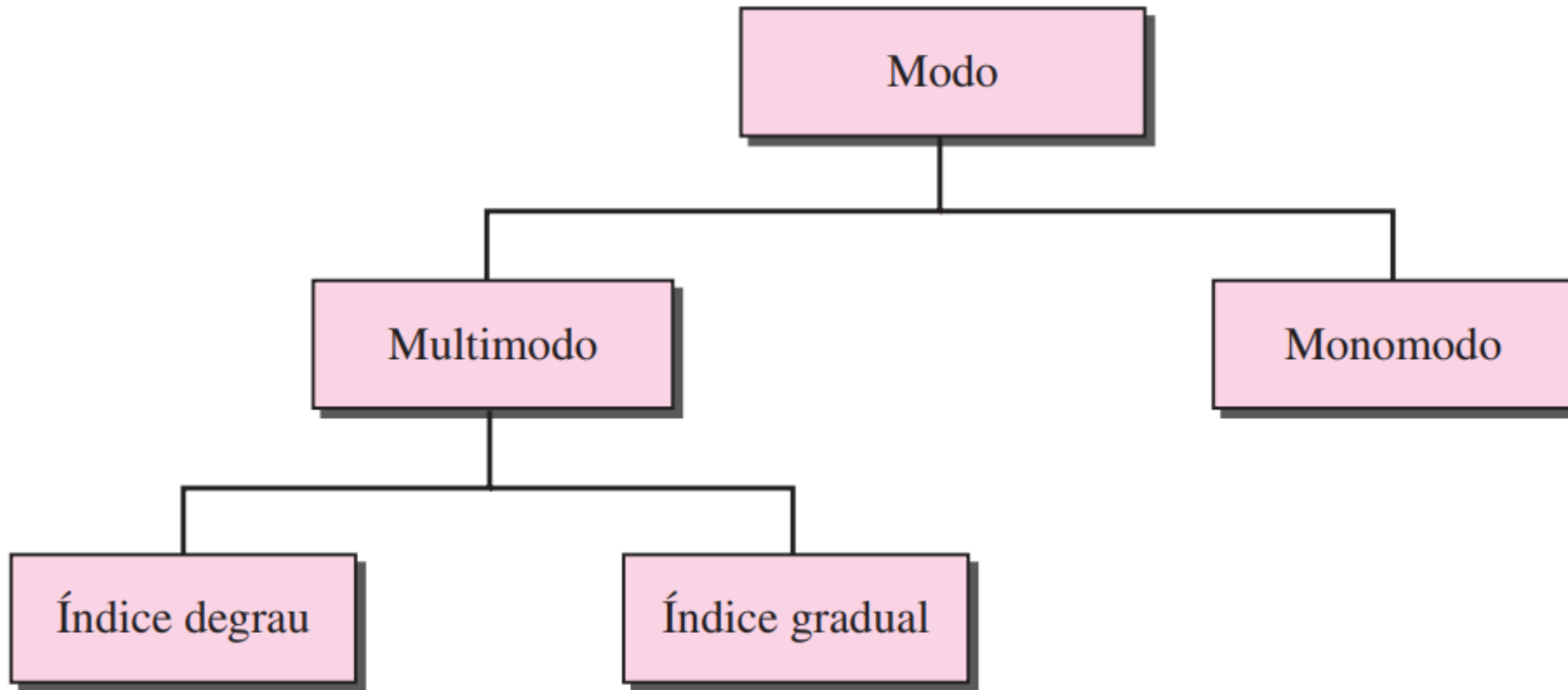


Cabo de Fibra Óptica

Um cabo de fibra óptica é construído sobre uma estrutura de vidro e transmite sinais na forma de luz.



Modos de propagação



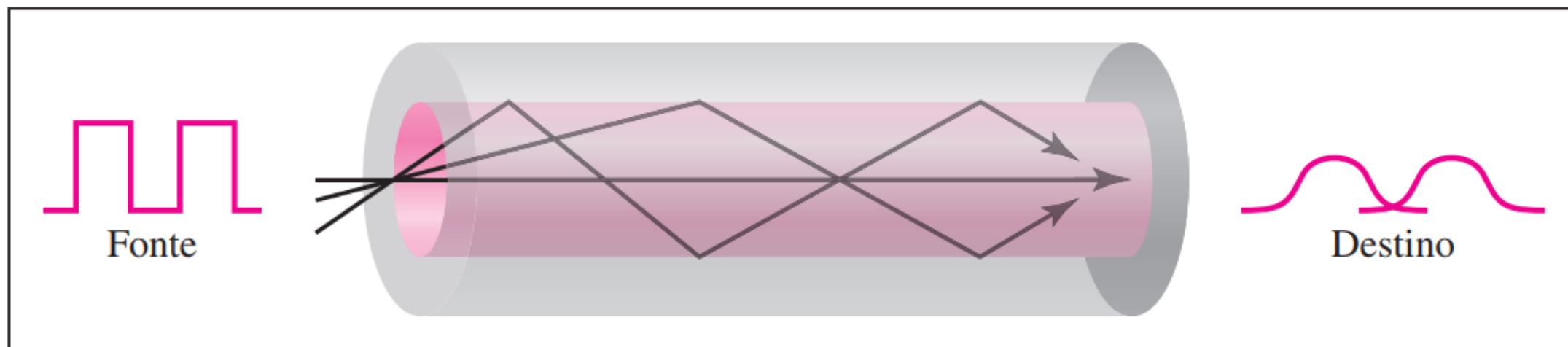
Modos de propagação

Multimodo é assim chamado, pois os múltiplos fluxos de uma fonte de luz se deslocam ao longo do núcleo usando caminhos diferentes.

Na **fibra multimodo com índice degrau**, a densidade do núcleo permanece constante do centro para as bordas. Um fluxo de luz se desloca por essa densidade constante em linha reta até atingir a interface do núcleo e a casca.



Multimodo de índice degrau



Modos de propagação

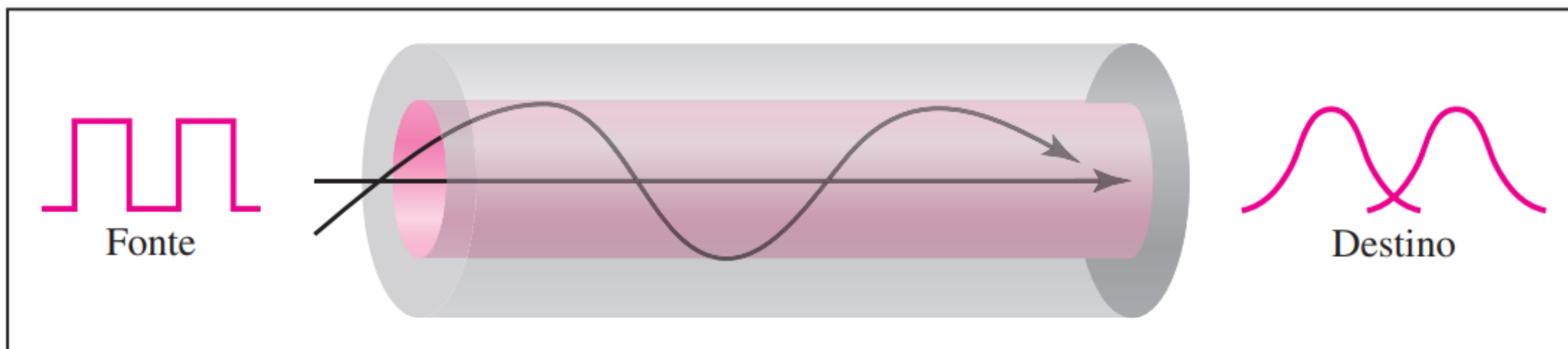
A **fibra multimodo com índice gradual**, diminui essa distorção do sinal através do cabo (índice de refração).

Uma fibra com **índice gradual**, portanto, é uma fibra com densidades variáveis

A densidade é mais alta no centro do núcleo e diminui gradualmente em sua borda.



Multimodo de índice gradual



Modos de propagação

Monomodo - utiliza fibras de índice degrau e uma fonte de luz extremamente focalizada que limita os fluxos a um pequeno intervalo de ângulos, todos próximos da horizontal.

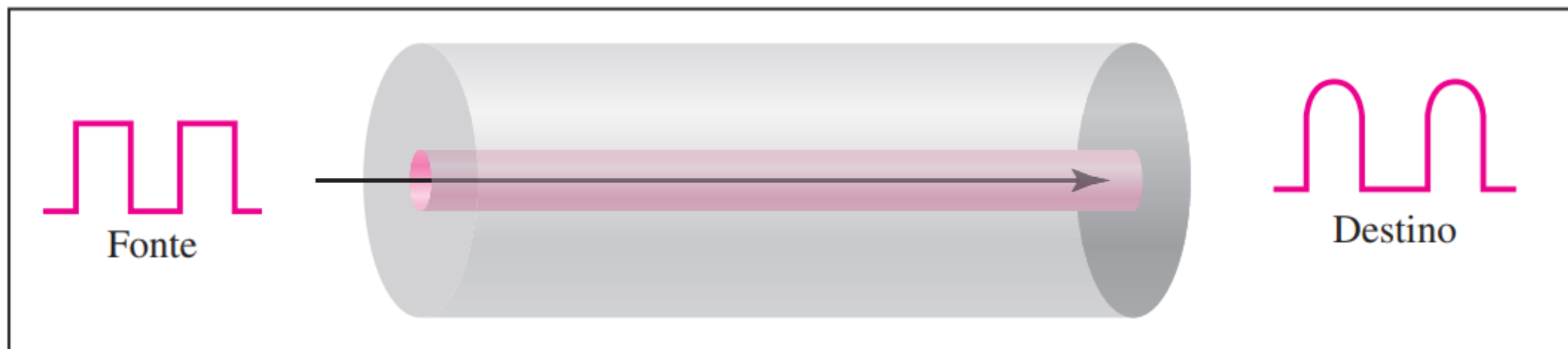
O diâmetro do núcleo é muito menor do que o da fibra multimodo e com densidade substancialmente menor (índice de refração).

Ângulo crítico próximo de 90° , que faz com que a propagação dos fluxos ocorra praticamente na horizontal.

Todos os fluxos chegam “juntos” no destino e podem ser recombinados com pequena distorção do sinal.



Monomodo



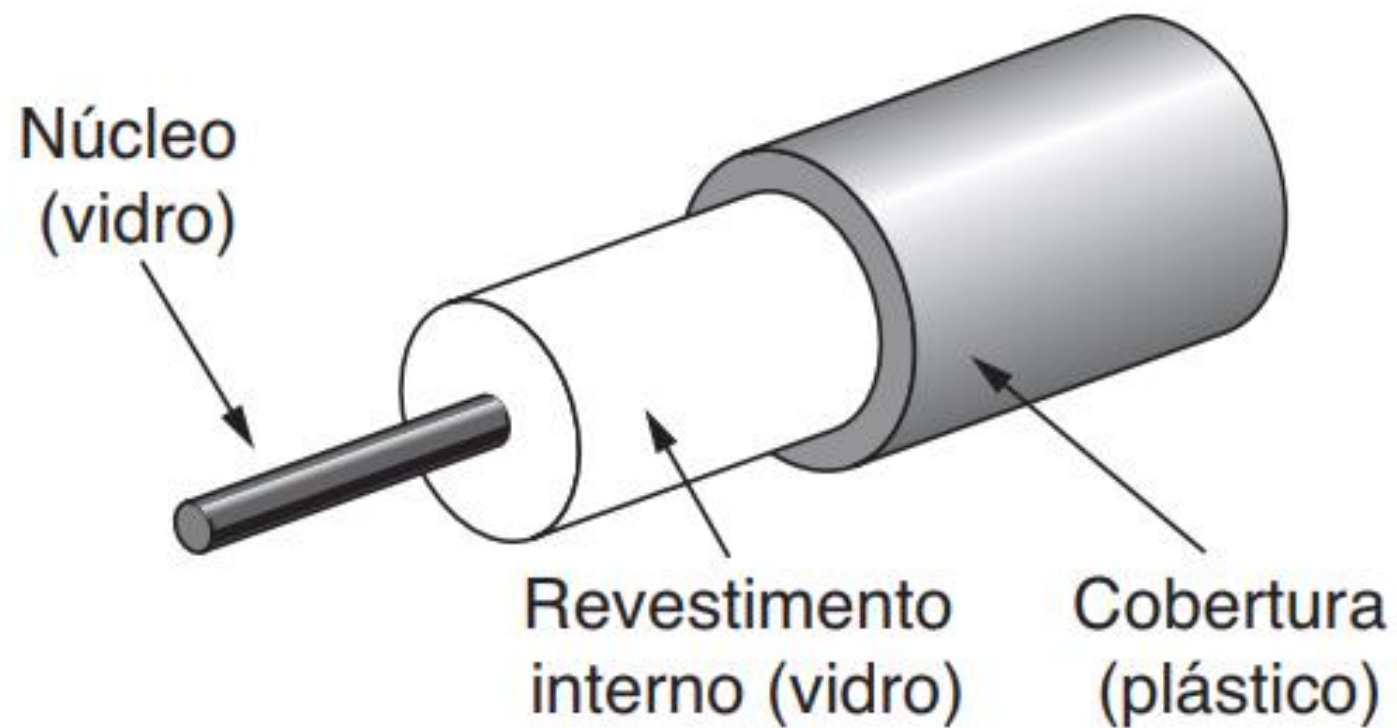
A fibra óptica é um elemento monofilar de estrutura cristalina, condutor de luz, que transporta a informação sob a forma de energia luminosa.

Possui alto índice de refração, e a luz, ao se propagar na fibra, sofre atenuação e dispersão.

Imune a ruídos eletromagnéticos, apresenta baixa latência, altas taxas de transmissão de dados (100Gbps).

Os cabos de fibra óptica são semelhantes aos cabos coaxiais, exceto por não terem a malha metálica.





No centro fica o núcleo de vidro através do qual a luz se propaga.



VANTAGENS



- Possui **alto índice de refração**, e a luz, ao se propagar na fibra, sofre atenuação e dispersão.
- **Imune a ruídos eletromagnéticos**, apresenta baixa latência, altas taxas de transmissão de dados (100Gbps).



VANTAGENS



- **Alta capacidade** – as fibras podem transportar dados na ordem de Gbps. Permitem um uso mais flexível da banda de transmissão para os serviços existentes e provavelmente para os que surgirão.
- **Alta confiabilidade** – A fibra óptica está livre de interferência eletromagnética, além de não ser afetada por variações climáticas.
- **Longo espaçamento entre repetidores** – Sistemas com fibras ópticas disponíveis comercialmente podem transmitir dados por cerca de 100 km sem a necessidade de regeneração do sinal.



VANTAGENS



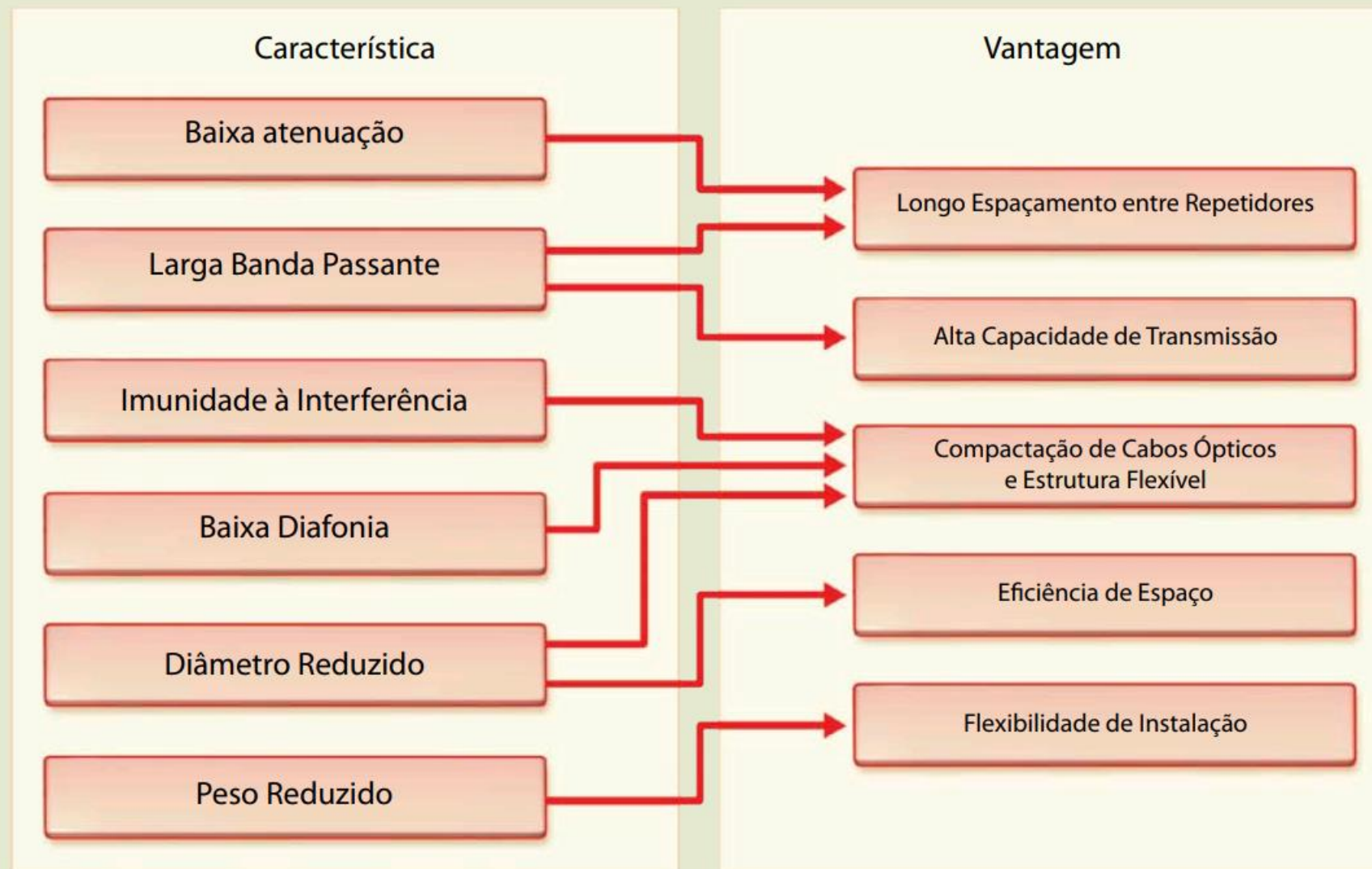
- **Grande segurança** – As fibra óptica são extremamente seguras no que diz respeito ao sigilo das informações, pois, não provocam indução externa. Além disso, desde que os níveis de potência sejam cuidadosamente monitorados, qualquer perda de sinal pode ser detectada quase de imediato.
- **Tamanho e peso (massa) reduzidos** – Os cabos de fibra óptica são finos, o que viabiliza, quase sempre, sua instalação.



VANTAGENS



- **Potencial de crescimento ilimitado** – As fibras possuem alto potencial de crescimento, pois sua capacidade é limitada não por suas características técnicas, mas por características dos equipamentos óptico-eletrônicos instalados.
- **Baixo custo do sistema** – A vantagem para o uso de sistemas com fibras ópticas é o fato de que *grande volume de dados pode ser transportado com pequeno número de fibras, maior espaçamento entre os repetidores e baixo custo de manutenção de energia.*



MEIOS NÃO CONFINADOS OU NÃO GUIADOS

Os **meios de transmissão** não guiados transportam ondas eletromagnéticas sem o uso de um condutor físico. Esse tipo de comunicação é, conhecido como **comunicação sem fio**.

Os sinais são normalmente transmitidos pelo espaço livre e, portanto, ficam disponíveis a qualquer um que tenha um dispositivo capaz de recebê-los.



MEIOS NÃO CONFINADOS OU NÃO GUIADOS

Ondas de radio ou Ondas hertzianas, são campos eletromagnéticos de alta frequência, não audíveis e não visíveis pelo homem, irradiados pela antena do rádio transmissor.

O **radiotransmissor** é o aparelho gerador de onda alternada senoidal, numa certa frequência que alimenta a antena.



MEIOS NÃO CONFINADOS OU NÃO GUIADOS



Antena é feita de material condutor e tem por função converter a corrente elétrica em energia radiante (onda eletromagnética) na transmissão do sinal e também tem a função de captar a onda de rádio e convertê-la em corrente elétrica.

A onda irradiada pela antena transmissora vai perdendo a potência ao longo do percurso no espaço livre e se contamina com ruído elétrico, sempre presente no canal de comunicação.



MEIOS NÃO CONFINADOS OU NÃO GUIADOS

A corrente elétrica continua CC ao fluir por um condutor elétrico, faz surgir ao seu redor um campo magnético com a intensidade proporcional ao da corrente e polarizado de acordo com o sentido da corrente.

A polaridade do campo magnético pode ser obtida pelas regras da mão direita e mão esquerda.



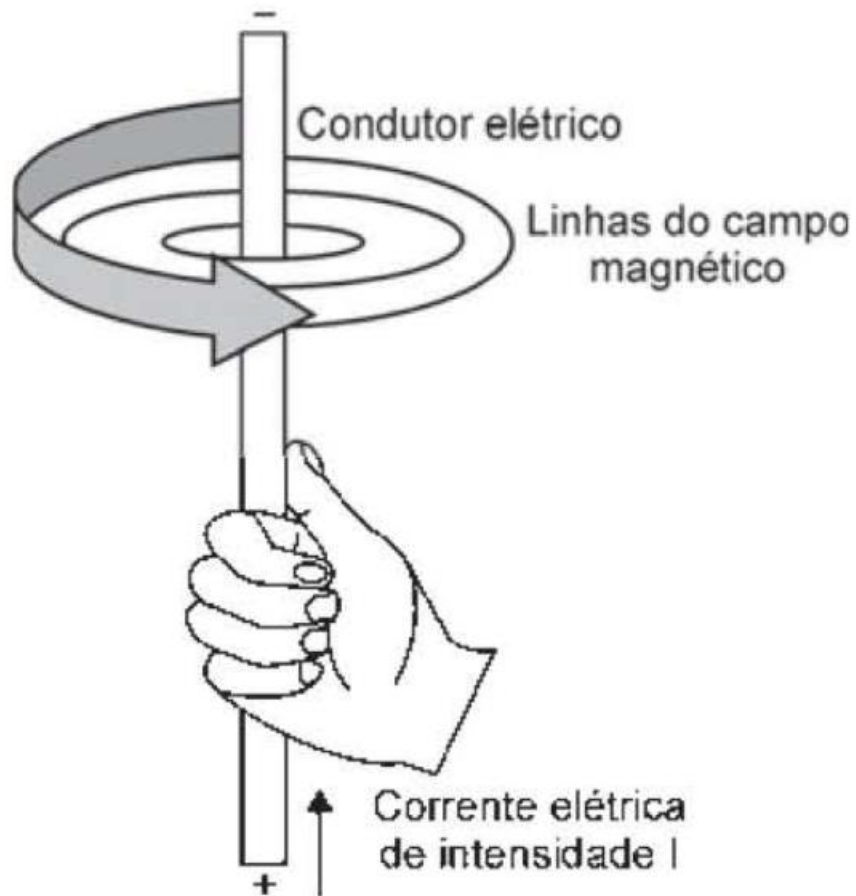


Figura 4.2a - Regra da mão direita.

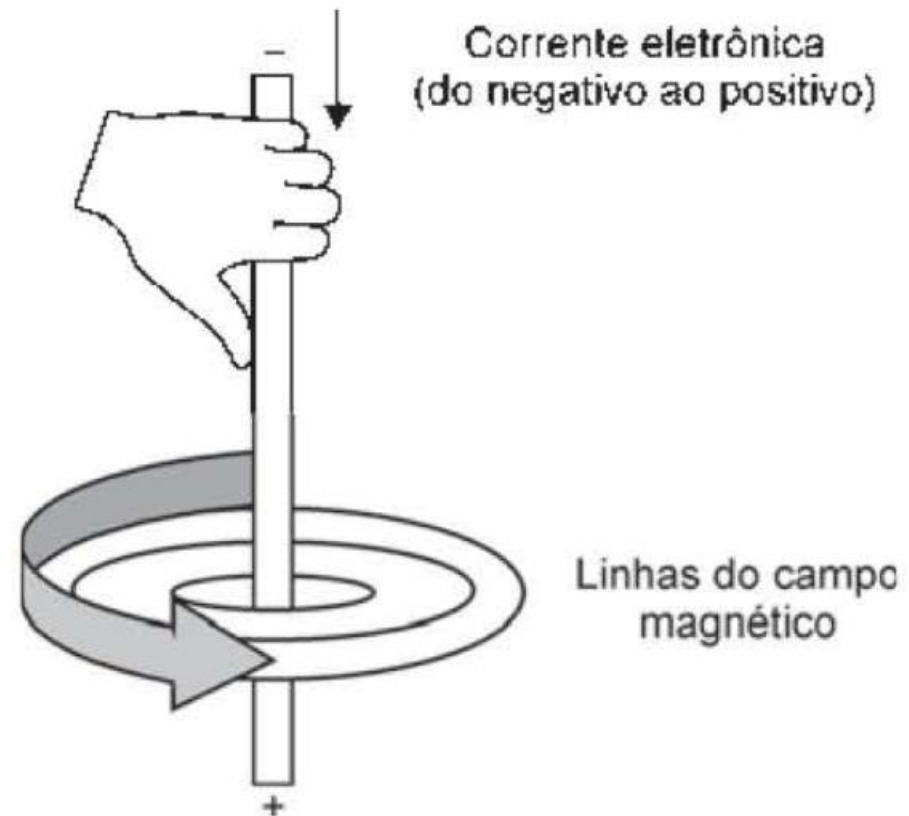



Figura 4.2b - Regra da mão esquerda.

Em ambos os casos o sentido do campo magnético é o mesmo

Michael Faraday (1792 – 1867), químico e físico inglês, provou que uma gaiola metálica e devidamente aterrada impede a entrada de ondas eletromagnéticas.

Usando um eletroscópio (aparelho usado na época para indicar a presença de cargas elétricas), Faraday provou que os sinais não estavam presentes dentro da estrutura metálica, esta estrutura recebeu o nome de “Gaiola de Faraday”.



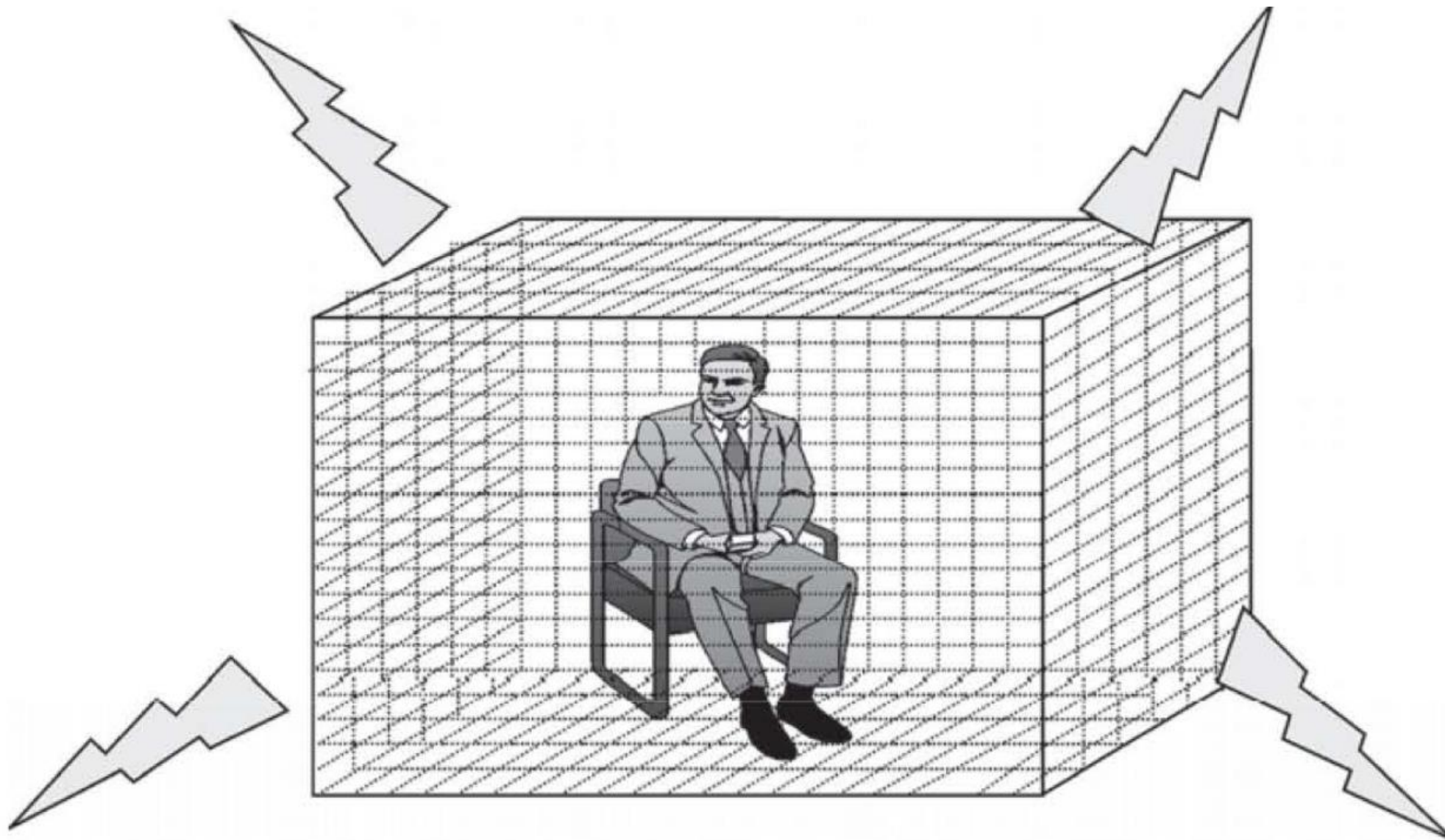
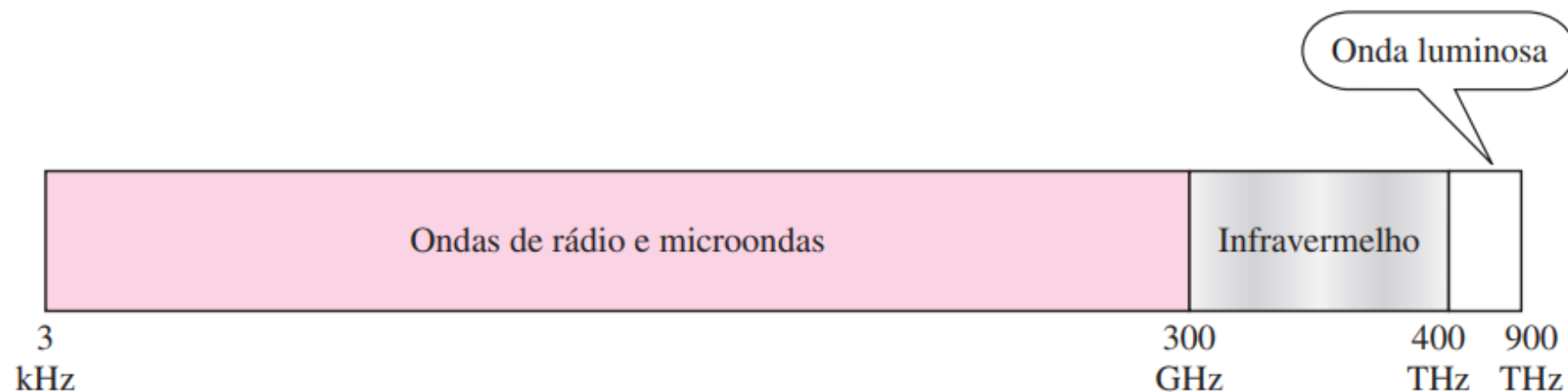



Figura 4.13 - A gaiola de Faraday.

Figura 7.17 *Espectro eletromagnético para a comunicação sem fio*



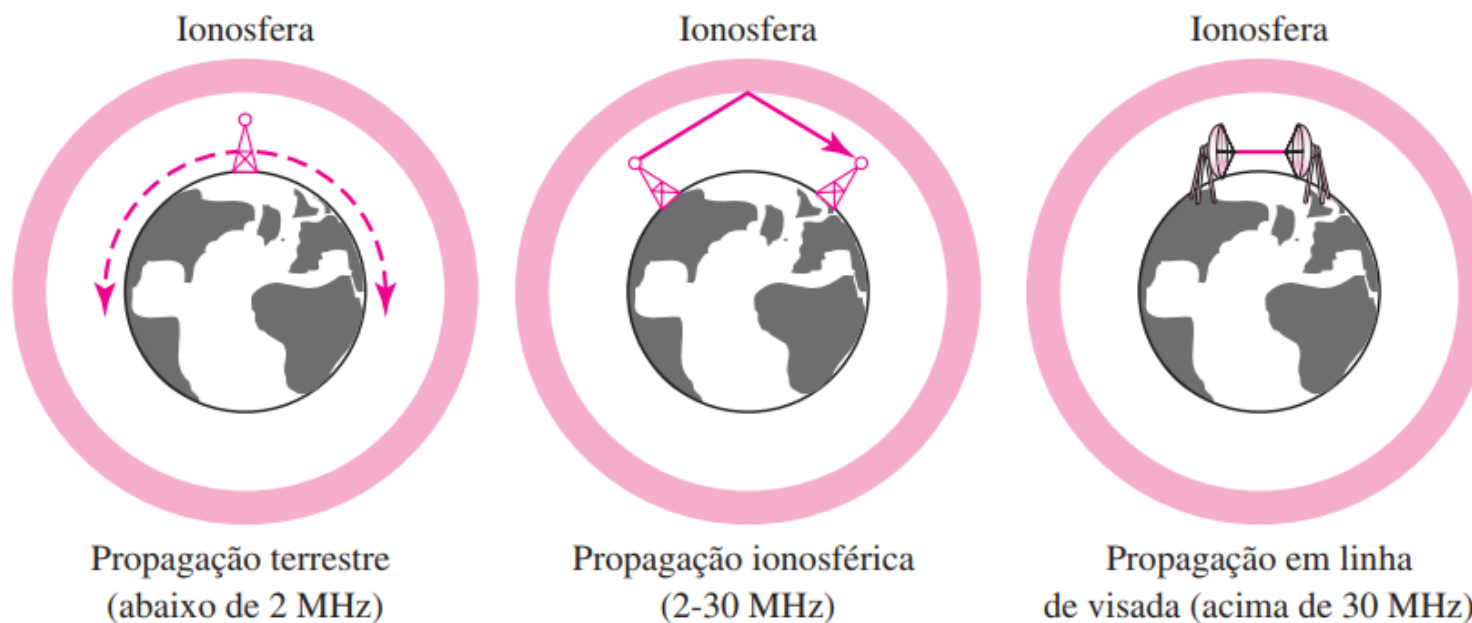
Os **sinais não guiados** podem trafegar da origem ao destino de diversas maneiras: propagação terrestre, propagação ionosférica e propagação em linha de visada.

Na **propagação terrestre**, as ondas de rádio trafegam pela parte mais baixa da atmosfera, próximo à Terra e seguem a curvatura da terra.



Na **propagação ionosférica**, as ondas de rádio de alta frequência são irradiadas para cima atingindo a ionosfera (a camada da atmosfera onde partículas existem na forma de íons) onde são refletidas de volta para a Terra.

Figura 7.18 *Métodos de propagação*




Na **propagação em linha de visada**, sinais de frequência muito alta são transmitidos em linha reta de uma antena para outra. As antenas têm de ser unidirecionais, voltadas umas para as outras e também altas o suficiente ou próximas o bastante para não serem afetadas pela curvatura da Terra. A propagação em linha de visada é capciosa, pois as transmissões de rádio não podem ser completamente focalizadas.

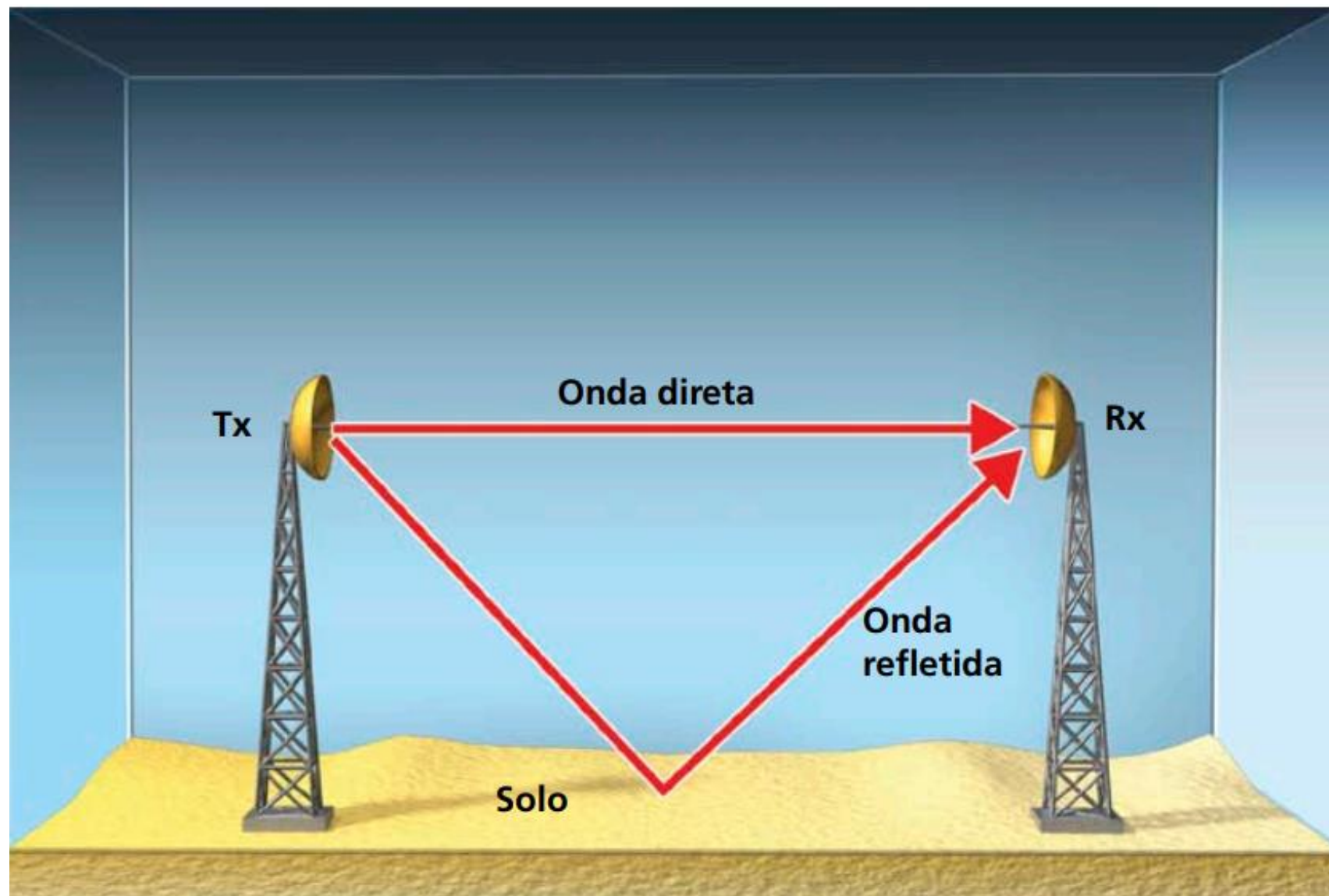


Na **propagação em linha de visada**, sinais de frequência muito alta são transmitidos em linha reta de uma antena para outra.

As **antenas têm de ser unidirecionais**, voltadas umas para as outras e também altas o suficiente ou próximas o bastante para não serem afetadas pela curvatura da Terra.

A **propagação em linha de visada é capciosa(enganosa)**, pois as transmissões de rádio não podem ser completamente focalizadas.

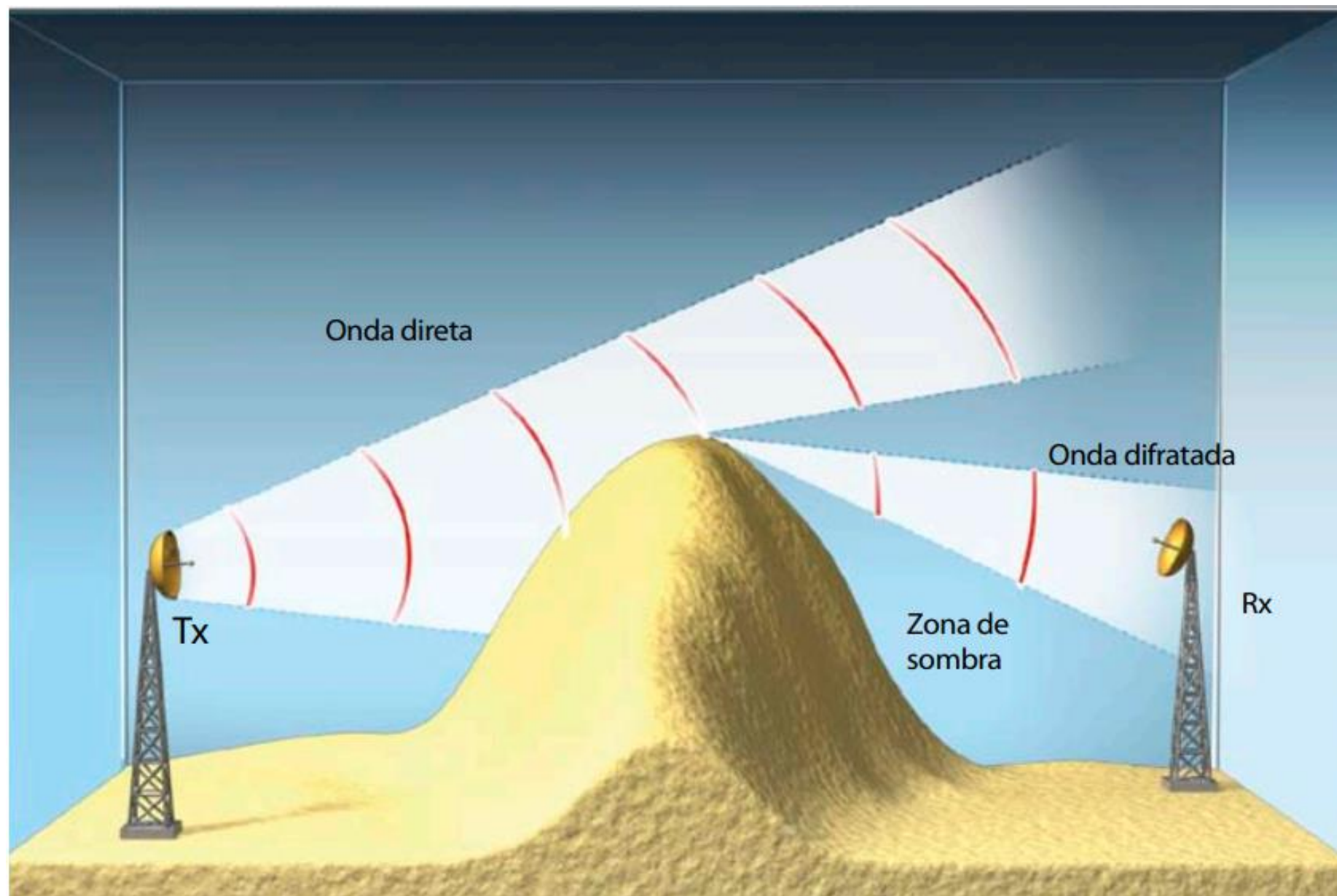




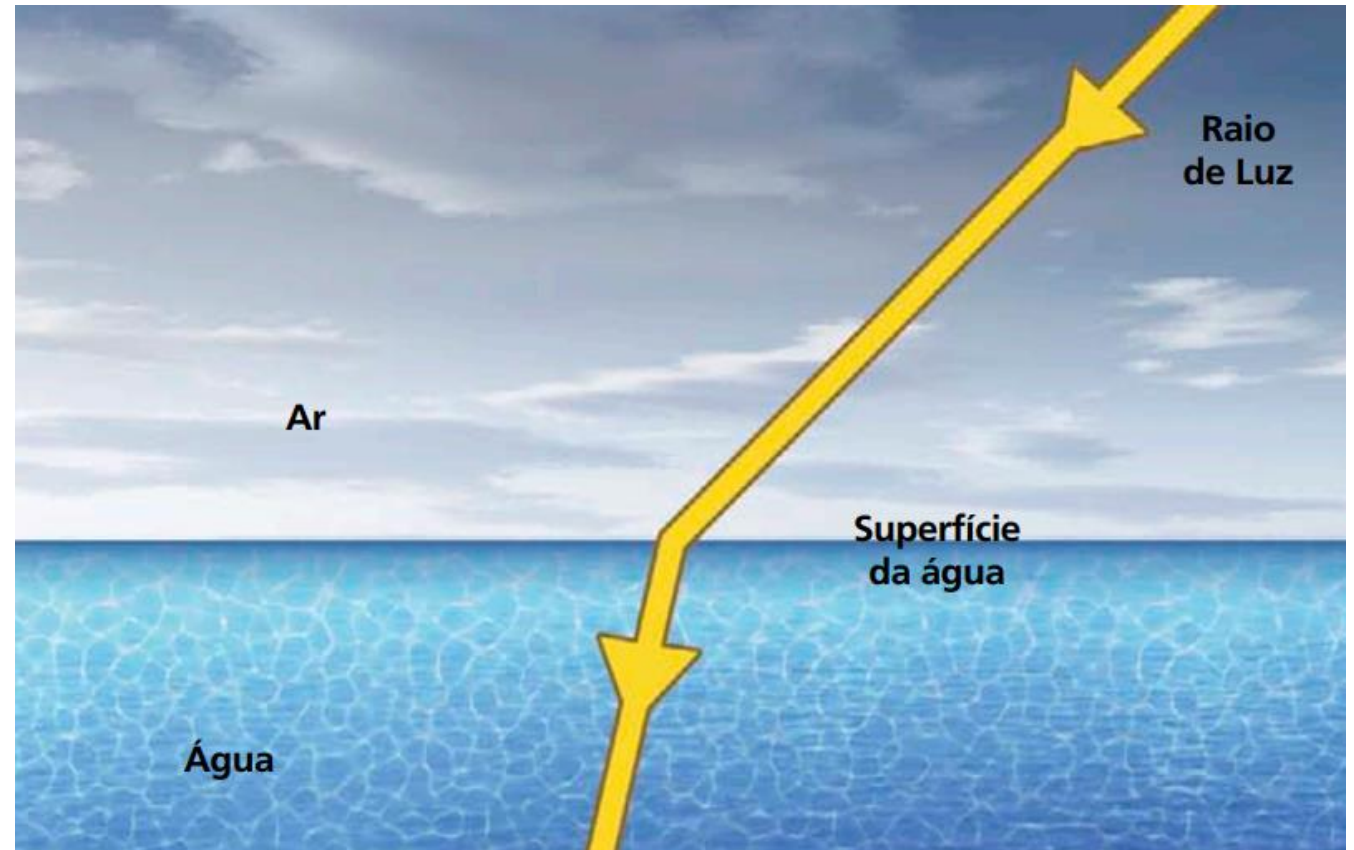
A **difração** permite que parte das ondas atinja antenas receptoras fora da linha de visada, quando o enlace é obstruído por obstáculos.

O projeto é feito de tal maneira que permita a utilização de um obstáculo a fim de provocar desvio na direção de propagação da onda de rádio.





A **refração** é uma variação da direção de propagação de um feixe quando este atravessa a superfície de separação entre dois meios e tem sua velocidade de propagação alterada. É o caso, por exemplo, de um feixe de luz incidindo sobre a água.



ZONAS DE FRESNEL

A energia irradiada pela antena transmissora é formada por um conjunto de ondas eletromagnéticas, da qual, apenas uma parcela chega à antena receptora.

A perda durante o trajeto se deve ao fato de a energia ser irradiada dentro de um feixe que, por mais estreito que seja, não direciona toda a energia para a antena receptora, existindo irradiação em outras direções.

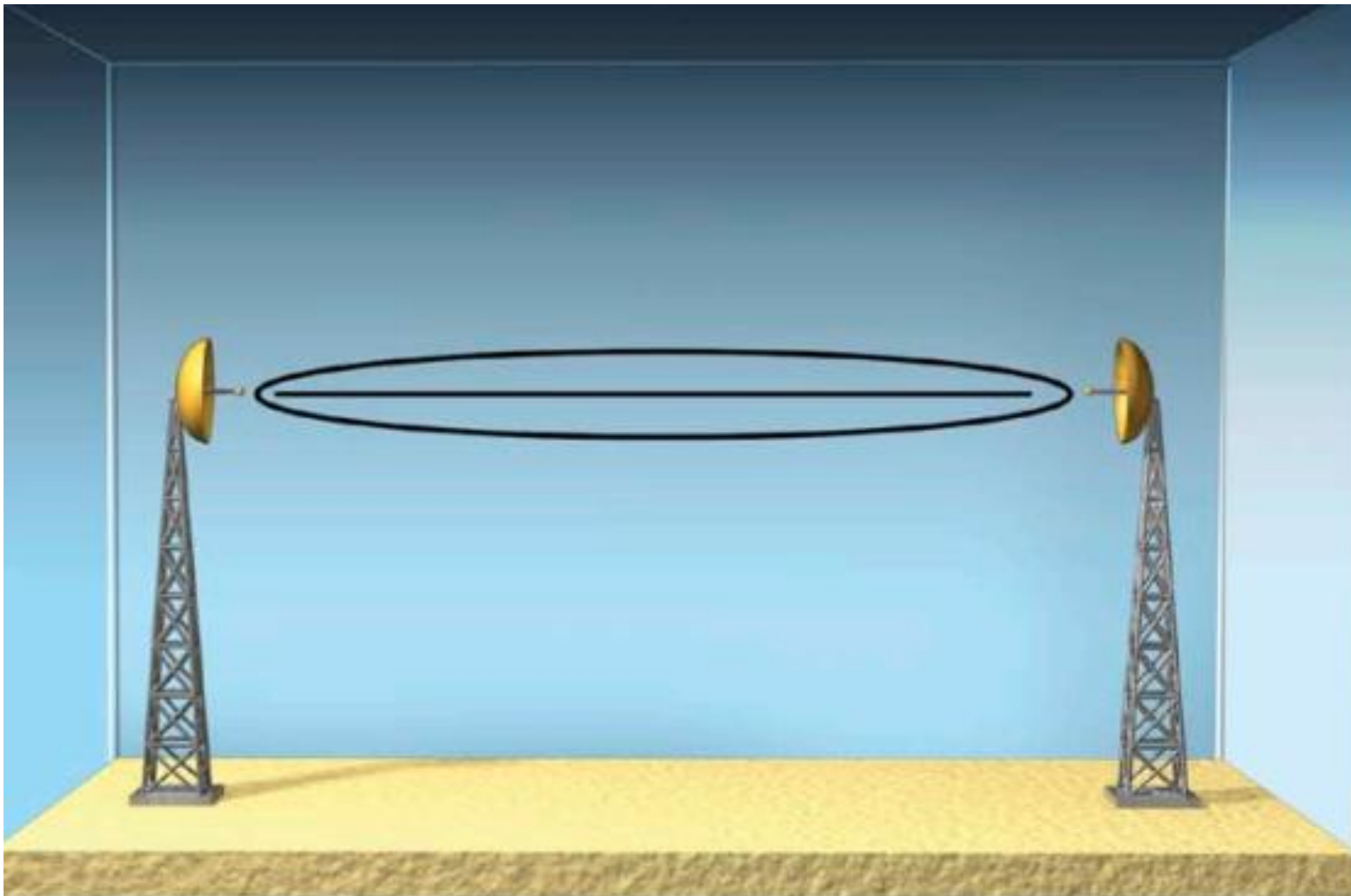


ZONAS DE FRESNEL

Apesar de seguirem percursos diferentes, vários sinais que partiram da antena transmissora também chegam à antena receptora.

Assim, podemos considerar que esse conjunto de ondas forma uma elipse ligando as antenas de transmissão e de recepção, chamada **elipse de Fresnel**.





Obrigado pela atenção !!!

