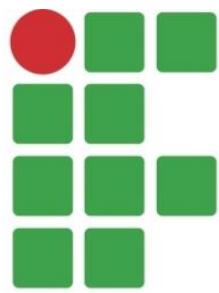


5



**INSTITUTO
FEDERAL**
Pará

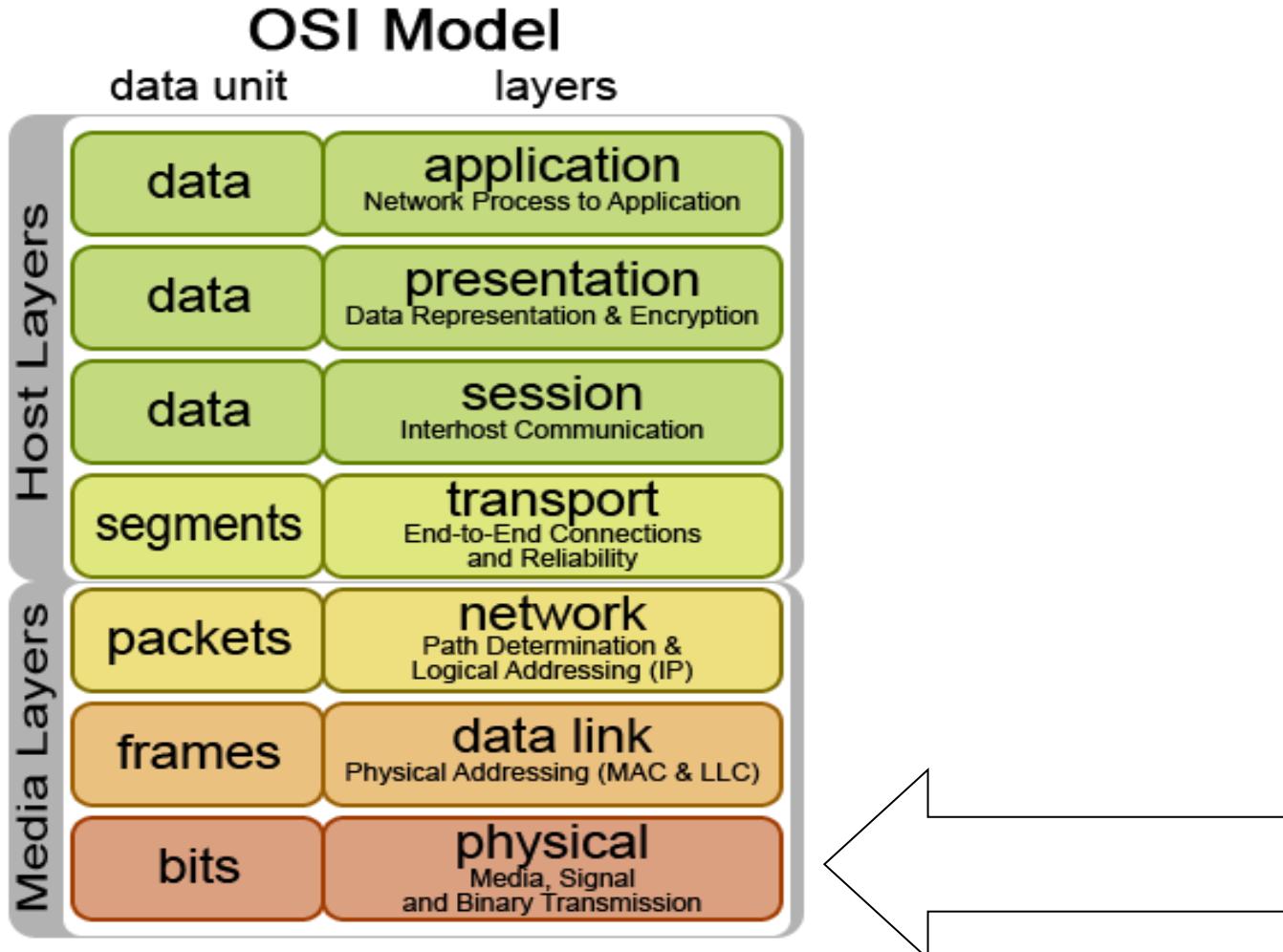
Redes de Computadores



Ricardo José Cabeça de Souza

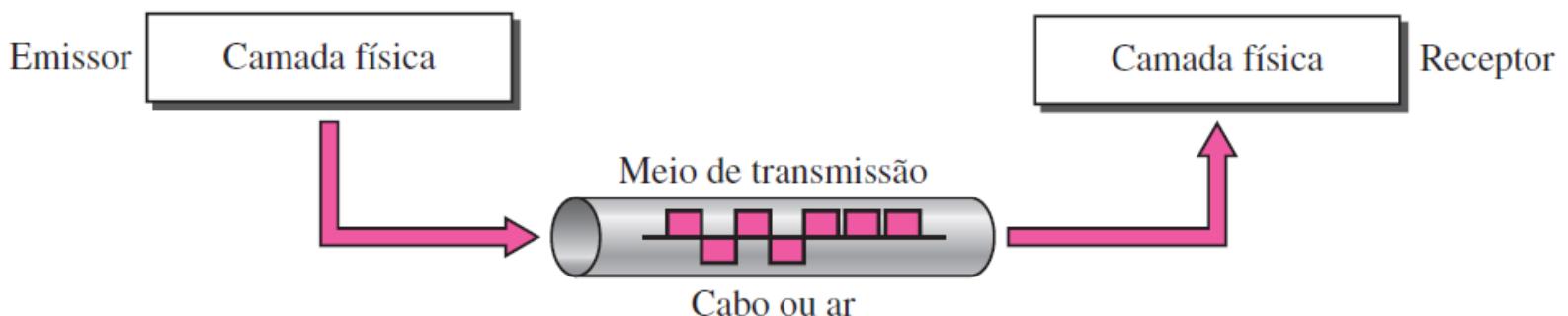
ricardo.souza@ifpa.com.br

Camada Física



Camada Física

- **CAMADA FÍSICA**
 - Transmitir uma cadeia de bits pela rede sem se preocupar com o seu significado ou com a forma como esses bits são agrupados
 - Não trata de erros de transmissão



Camada Física

- **CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS**

- **Mecânicas**

- Define o tamanho e a forma de conectores, pinos, cabos que compõe o circuito de transmissão

- **Elétricas**

- Especificam valores dos sinais elétricos usado para representar bits
 - Determina as taxas de transmissão e distância que podem ser atingido

- **Funcionais(Procedimentos)**

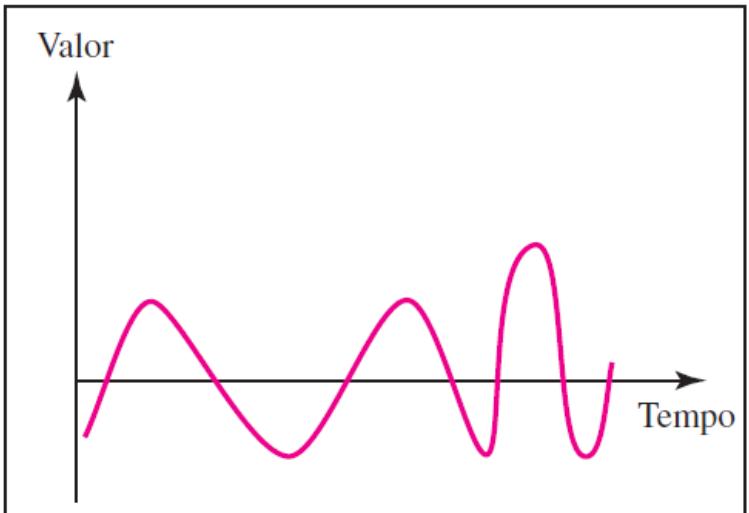
- Para ativar, manter e desativar conexões físicas para a transmissão de bits entre entidade de nível de enlace através de sistema intermediário
 - Os procedimento especificam a sequência de sinais que devem ocorrer para que uma interface do nível físico cumpra o seu papel de transmitir bits

Camada Física

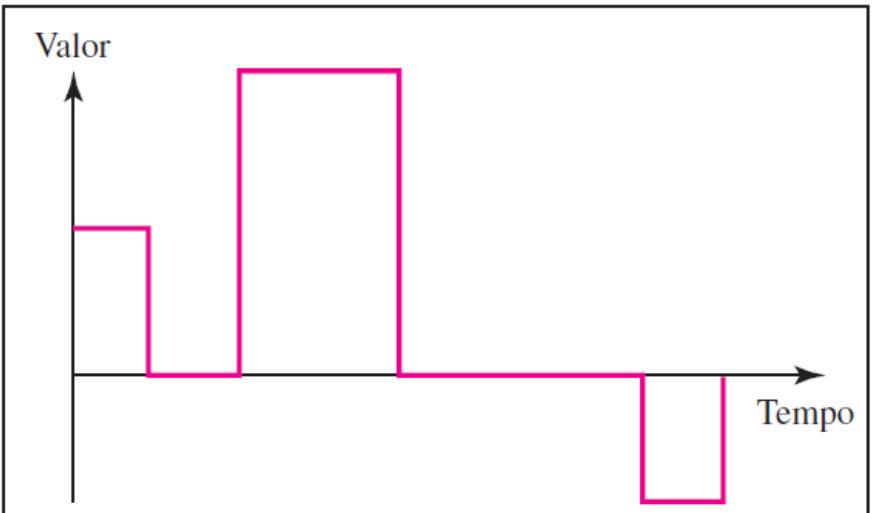
- **DADOS E SINAIS**
 - Uma das principais funções da camada física é transportar dados na forma de sinais eletromagnéticos por um meio de transmissão
- **DADOS ANALÓGICOS**
 - Refere-se a informações que são contínuas
- **DADOS DIGITAIS**
 - Correspondem a informações que possuem estados discretos

Camada Física

Comparação de sinais analógicos e digitais



a. Sinal analógico



b. Sinal digital

Camada Física

- **Sinais Periódicos e Não Periódicos**
 - Tanto os sinais analógicos como os digitais podem assumir uma de duas formas: *periódicos* ou *não periódicos*
 - **Sinal periódico** completa um padrão dentro de um período mensurável, denominado **período**, e esse padrão se repete, de forma idêntica, ao longo dos períodos seguintes. O término de um padrão completo é chamado **ciclo**
 - **Sinal não periódico** muda sem exibir um padrão ou ciclo que se repita ao longo do tempo.

Camada Física

Amplitude

12 períodos em 1 s → A freqüência é 12 Hz

1 s

Período: $\frac{1}{12}$ s

...
Tempo

a. Um sinal com freqüência de 12 Hz

Amplitude

6 períodos em 1 s → A freqüência é 6 Hz

1 s

Período: $\frac{1}{6}$ s

...
Tempo

b. Um sinal com freqüência de 6 Hz

Camada Física

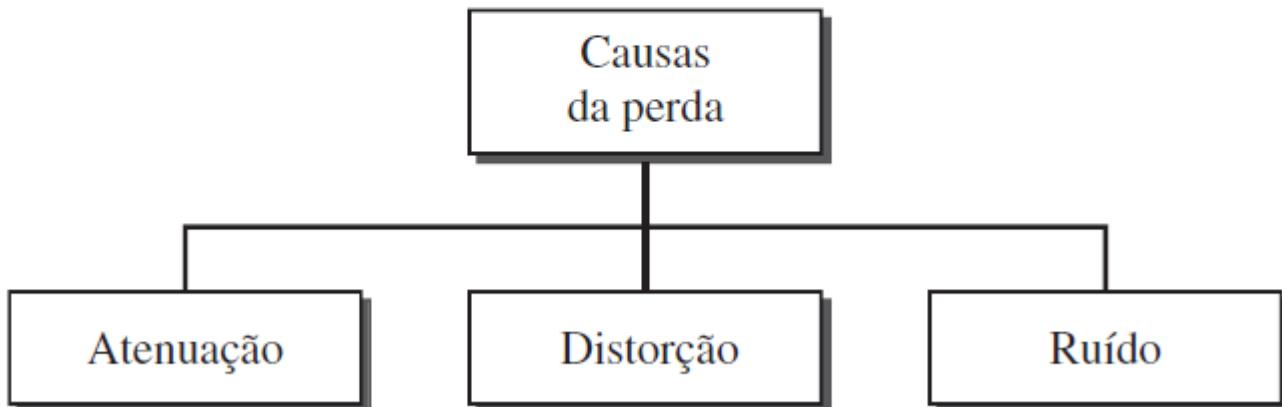
- **Taxa de Transferência**

- *Taxa de transferência* (em vez de *frequência*) é usado para descrever sinais digitais
- A **taxa de transferência** é o número de bits enviados em 1s, expresso em **bits por segundo (bps)**

Camada Física

- **PERDA NA TRANSMISSÃO**

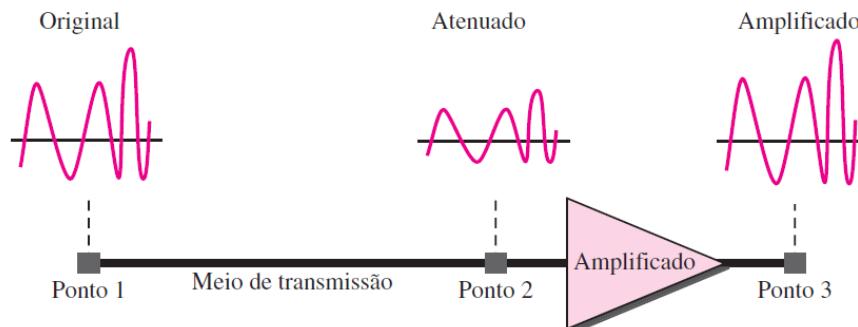
Causas da perda



Camada Física

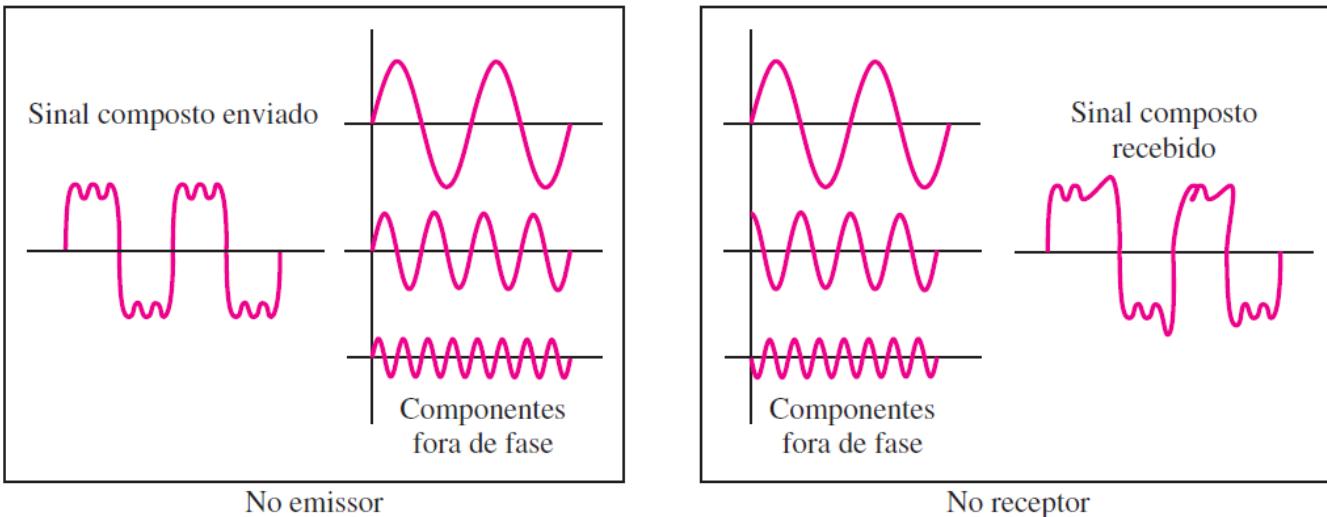
- **PERDA NA TRANSMISSÃO**
 - **ATENUAÇÃO**

- A potência do sinal cai com a distância em qualquer meio físico
- Se dá devido a perdas de energia
- Quanto maior a frequência, maiores as perdas



Camada Física

- **PERDA NA TRANSMISSÃO**
 - **DISTORÇÃO**
 - significa que o sinal muda sua forma ou formato



Camada Física

- **PERDA NA TRANSMISSÃO**
 - **RUÍDO**

- Distorções impostas pelas características do meio físico
- Interferências de sinais indesejáveis
- A quantidade de ruído é medida em termos da razão entre potência do sinal e potência do ruído → relação sinal(S) / ruído (N)

$$R = 10 \log_{10} (S/N) \quad \text{Unidade: decibel (dB)}$$

Camada Física

- **PERDA NA TRANSMISSÃO**
 - **CLASSIFICAÇÃO RUÍDO**
 - **Ruído Térmico**
 - Provocado pela agitação dos elétrons nos condutores
 - **Ruído de intermodulação**
 - Sinais de diferentes frequências compartilham o mesmo meio
 - **Crosstalk**
 - Provocado devido a interferências indesejáveis entre condutores próximos que induzem sinais entre si
 - **ECO**
 - Sinais que são refletidos nas linhas de transmissão podendo corromper os sinais
 - Causam efeitos similares ao ruído

Camada Física

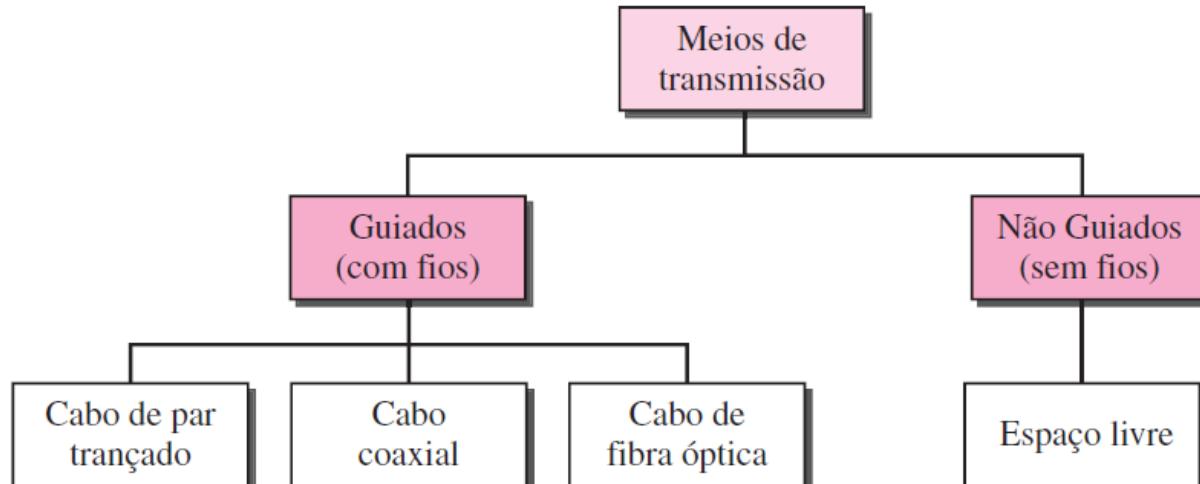
- **DESEMPENHO NA TRANSMISSÃO**
- **Largura de Banda em Hertz**
 - É o intervalo de frequências contido em um sinal composto ou o intervalo de frequências que um canal deixa passar
- **Largura de Banda em Bits por Segundo (possível)**
 - Se refere ao número de bits por segundo que um canal, um enlace ou até mesmo uma rede é capaz de transmitir
- **Throughput (real)**
 - É uma medida da rapidez pela qual podemos realmente enviar dados pela rede

Camada Física

- **DESEMPENHO NA TRANSMISSÃO**
- **Latência (Retardo)**
 - Define quanto tempo leva para uma mensagem inteira chegar de forma completa no seu destino, desde o momento em que o primeiro bit é enviado da origem
- **Jitter**
 - Refere-se à variação no tempo de chegada dos pacotes

Camada Física

- **MEIOS DE TRANSMISSÃO**
 - Meios Guiados
 - Ondas são dirigidas ao longo de um meio sólido
 - Não Guiados
 - Ondas se propagam na atmosfera e no espaço



#MEIO MAGNÉTICO: não classificado.

Camada Física

- **MEIOS DE TRANSMISSÃO**

- Meio Magnético
- Par Trançado
- Cabo Coaxial
 - Banda Básica
 - Banda Larga
- Fibra Óptica
- Transmissão sem fio
 - Rádio
 - Micro-ondas
 - Infravermelho
 - Ondas de luz

Camada Física

- **MEIO MAGNÉTICO**

- Mídia de armazenamento não-volátil que consiste em uma coberta de material magnetizável
- Gravar uma fita ou disco e transportar fisicamente para a máquina de destino
- Não possui conexão on-line
- Unidades de fita possuem:
 - Tempo de retardo ruim
 - Vida útil relativamente longa
 - Alta capacidade de armazenamento
 - Baixo custo, considerando GB/R\$
 - São menores que discos rígidos convencionais (3.5)
 - São mais resistentes, tem termos de impactos

Camada Física

- **PEN DRIVER**

- Também chamados de “flash drives” porque utilizam um tipo de memória chamada memória Flash
- Essa memória pode ser apagada e reescrita conforme necessário
- USB é a *interface* que a memória utiliza para interagir com o computador



Fonte: http://img1.olhardigital.uol.com.br/uploads/acervo_imagens/2015/03/20150331125116.jpg

Camada Física

- **CARTÕES SD (Secure Digital)**
 - Também possuem memória flash
 - Seu padrão de armazenamento de dados é resultado de uma parceria entre a SanDisk, a Panasonic e a Toshiba
 - Existem também os cartões miniSD e microSD
 - Precisam ser inseridos em portas específicas para cartões SD no dispositivo



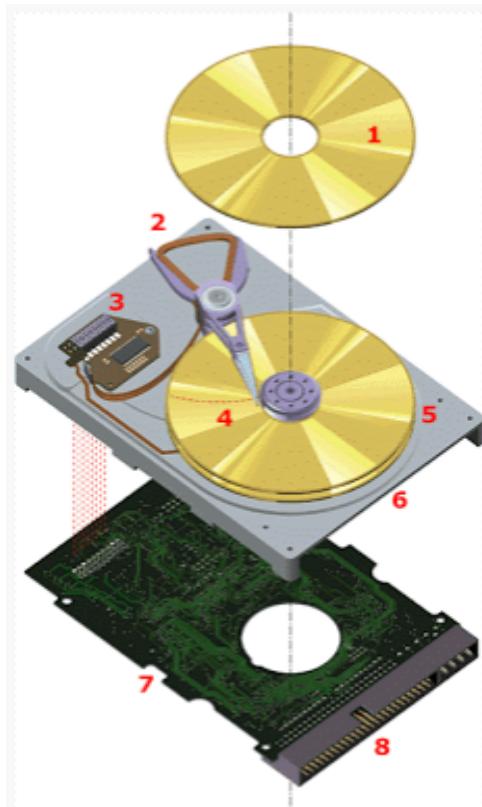
Fonte: https://img1.olhardigital.uol.com.br/uploads/acervo_imagens/2015/03/20150331125603.jpg

Camada Física

- **HD (Hard Disk)**
 - São compostos por um pequeno disco e uma cabeça de leitura e gravação
 - A superfície do disco é recoberta por uma camada magnética fina, na qual a cabeça “escreve”
 - Capacidades: até 12 T

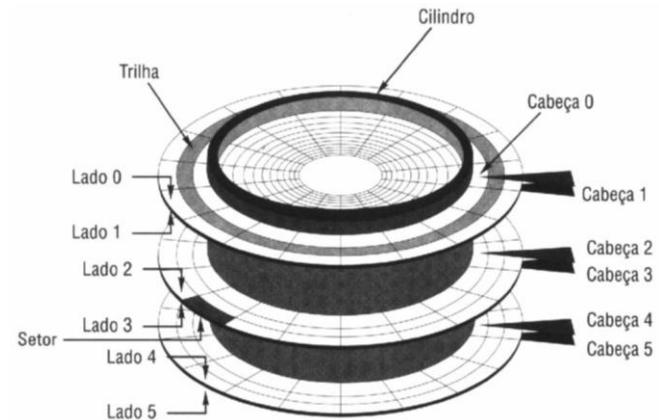
Camada Física

- **HD (Hard Disk)**



- 1** - Prato, mídia ou platter - aonde os dados são gravados
- 2** - Atuador ou actuator - parte mecânica responsável pelo posicionamento das cabeças de leitura e gravação.
- 3** - Componentes internos de controle do atuador, ligados a placa controladora lógica externa
- 4** - Cabeças de leitura e gravação ou magnetic heads - conectadas ao atuador, responsáveis pela leitura e gravação de dados na mídia
- 5 e 6** - Hard Disk Assembly superfície aonde são montados os componentes de um hard disk
- 7** - Placa controladora lógica ou logic board - responsável pela inicialização, controle mecânico e envio de dados do hard disk para o computador.
- 8** - Conectores externos padrão IDE - conexão por onde são enviados os dados para a placa-mãe e consequentemente ao processador

Fonte: <http://loucurasnamanutencao.blogspot.com/2010/05/como-e-um-hd-por-dentro-quais-sao-os.html>



Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-aga6SYVWftU/UcwmWeV454I/AAAAAAAANw/LiVZr1LfzT/s981/hd2.JPG>

Camada Física

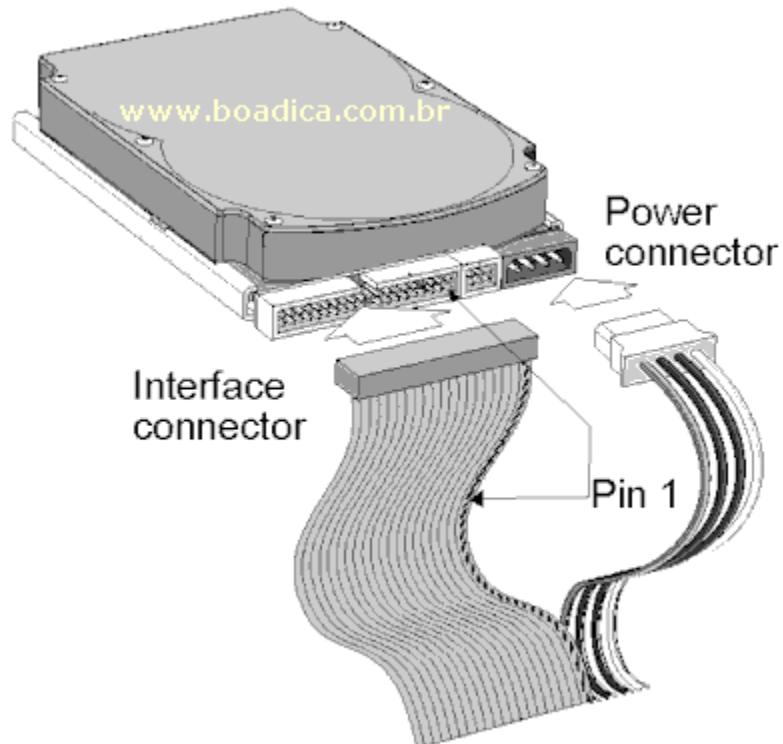
- Exemplos de HDs e suas Capacidades
 - Hard Disk Driver

				
Formato	2,5 polegadas	3,5 polegadas	2,5 polegadas	3,5 polegadas
Perfeito para	Armazenamento para notebook, armazenamento móvel, armazenamento tudo em um, armazenamento externo	Armazenamento para desktop, armazenamento tudo em um, servidores domésticos, dispositivos DAS	Aplicações em PC móvel e notebook de alto desempenho, jogos	Desktop de alto desempenho, aplicações de desktop para profissionais criativos, jogos
Capacidade	5 TB, 4 TB, 3 TB, 2 TB, 1 TB, 500 GB	8 TB, 6 TB, 4 TB, 3 TB, 2 TB, 1 TB, 500 GB	1 TB, 500 GB	12 TB, 10 TB, 8 TB, 6 TB, 4 TB, 2 TB

Fonte: <https://www.seagate.com/br/pt/internal-hard-drives/hdd/barracuda/>

Camada Física

- Interfaces dos HDs
 - IDE/ATA (Integrated Drive Electronic/Advanced Technology Attachment)



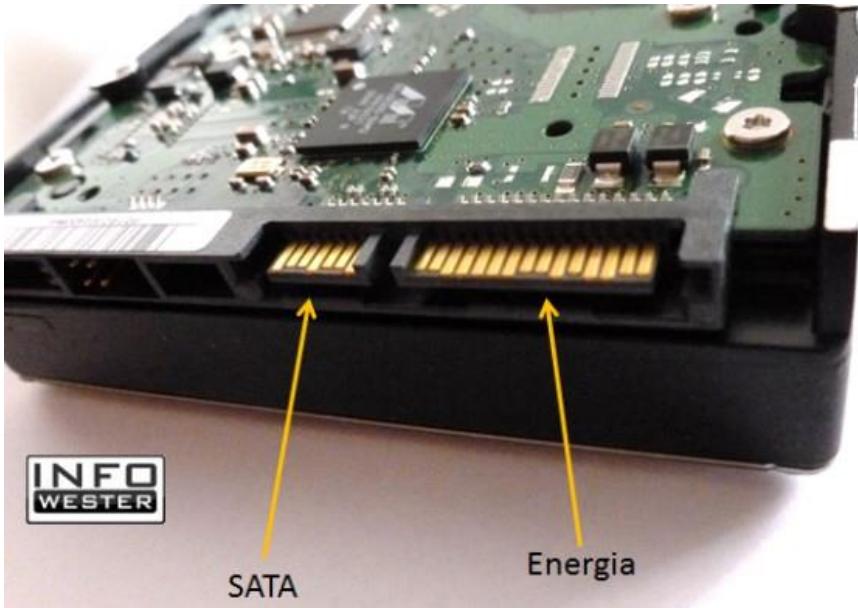
https://www.boadica.com.br/dica/522/imaginesdica/aluide_interface_ata.gif

Camada Física

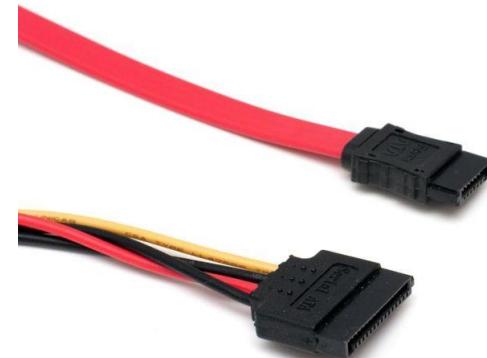
- **Interfaces dos HDs**
 - **SERIAL-ATA – SATA (Serial Advanced Technology Attachment)**
 - É a conexão mais comum para discos internos nos PCs e Macs modernos
 - Pode haver várias portas SATA em qualquer placa-mãe ou placa controladora
 - Um cabo conecta um disco rígido a uma porta na placa-mãe

Camada Física

- Interfaces dos HDs
 - SERIAL-ATA – SATA (Serial Advanced Technology Attachment)



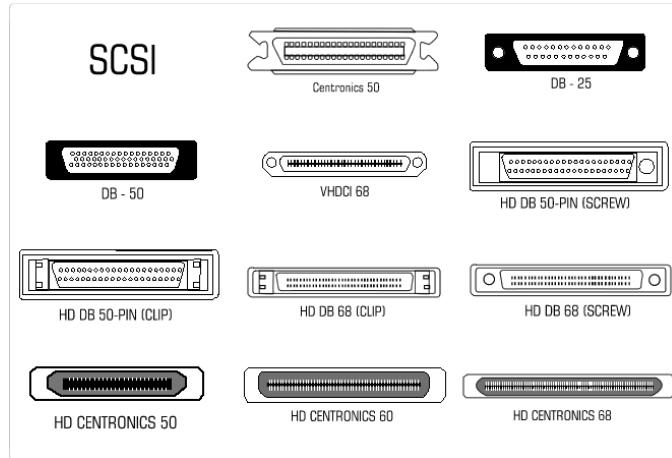
Fonte: https://www.infowester.com/img_art/sata_hd.jpg



Fonte: <https://static.makeuseof.com/wp-content/uploads/2017/10/sata-power-and-data-cable.jpg>

Camada Física

- **Interfaces dos HDs**
 - **SCSI (Small Computer System Interface)**



Fonte: <https://www.cablematic.pt/media/hqterms/scsi.png>

Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/44/Hdd-wscsi.jpg/300px-Hdd-wscsi.jpg>

Camada Física

- **Interfaces dos HDs**
 - SAS (Serial Attached SCSI)

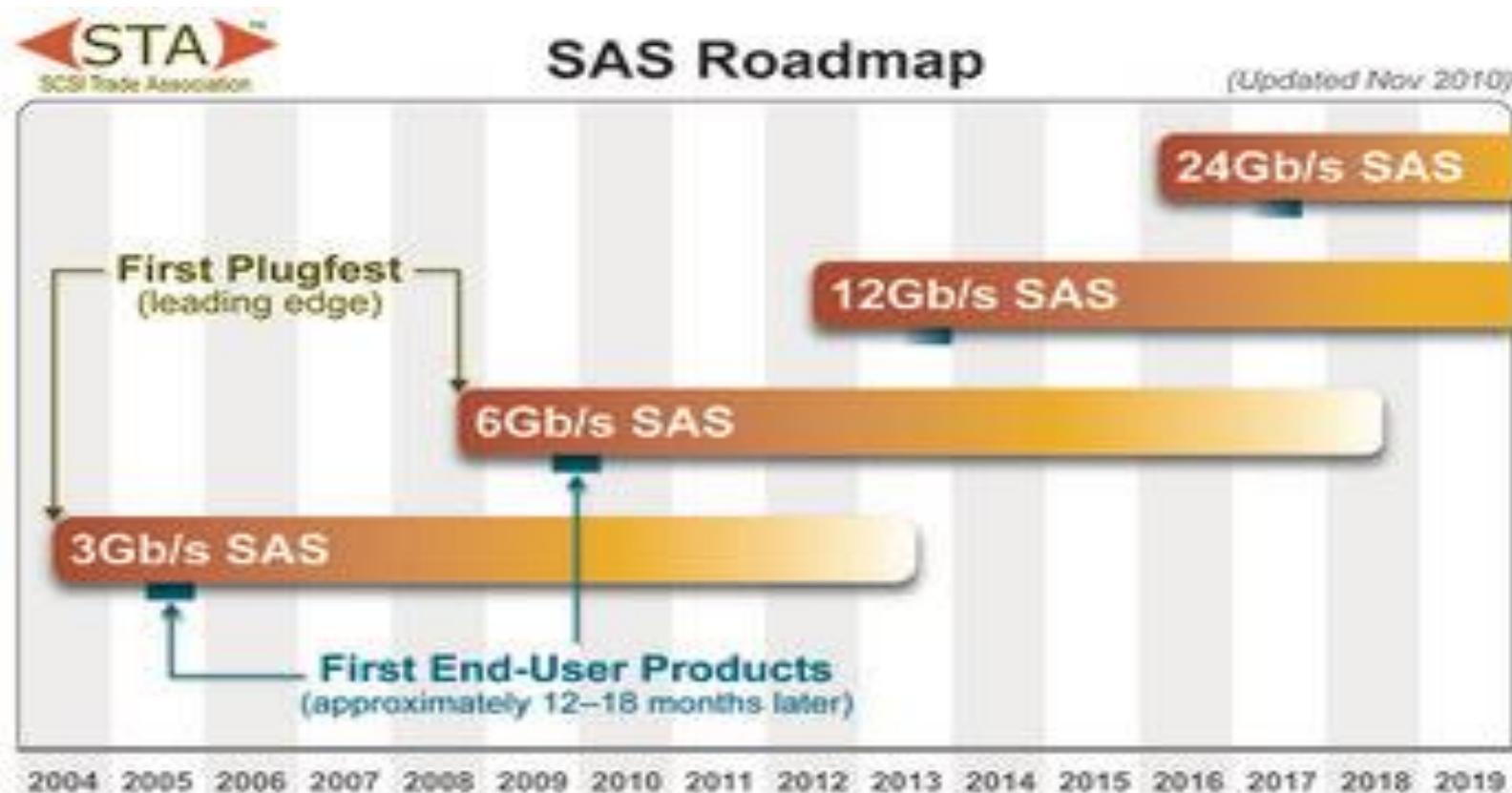


Fonte: <http://larevista.aqpsoluciones.com/wp-content/uploads/2017/03/DISCO-DURO-HP-1.2TB-6G-SAS-10K-2.5in-DP-ENT-SC-HDD.jpg>

Fonte: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/816nSkLoviL._SX355_.jpg

Camada Física

- Interfaces dos HDs
 - SAS (Serial Attached SCSI)



Fonte: <https://www.thomas-krenn.com/de/wikiDE/images/thumb/4/4a/SAS-roadmap.jpg/350px-SAS-roadmap.jpg>

Camada Física

- **Solid State Drive (SSD)**
 - Drive de estado sólido
 - Conseguem misturar as melhores qualidades dos HDs e dos dispositivos que utilizam memória flash
 - São menores, mais portáteis, não utilizam componentes móveis e, por outro lado, possuem capacidades mais semelhantes às dos HD



Fonte: https://img1.olhardigital.uol.com.br/uploads/acervo_imagens/2015/03/20150331125723.jpg

Camada Física

- Interfaces dos HDs
 - SSDs (Solid State Disks)



HDD



SSD



Fonte: <https://i.ebayimg.com/images/g/0qEAAOSwQkpZiWqV/s-l300.jpg>

Fonte: <http://www.a4inf.com.br/wp-content/uploads/2016/05/hdd-ssd-1.jpg>

Camada Física

- **Solid State Hybrid Drives (SSHD)**
 - Drives híbridos de estado sólido
 - Integram um SSD de pequena capacidade (em geral algo como 8, 16 ou 32 GB) a um HD de capacidade maior
 - Buscam unir a agilidade dos SSDs ao custo-por-gigabyte mais atraente dos HDs



Fonte: https://img1.olhardigital.uol.com.br/uploads/acervo_imagens/2015/03/20150331130015.jpg

Camada Física

- **Interfaces dos HDs**
 - Fibre Channel



Fonte: <http://www.scsi4me.com/images/Hitachi-FC.jpg>



Fonte: <http://www.scsi4me.com/images/FCA-4200-lrg.jpg>



Fonte: <http://www.scsi4me.com/images/HP-170540501.jpg>

Camada Física

- **NAS (Network Attached Storage)**
 - É uma unidade dedicada exclusivamente ao armazenamento de arquivos em uma rede de computadores
 - Embora possuam processador, placa-mãe, memória RAM e sejam capazes de executar pequenas aplicações, as unidades NAS não são criadas para tarefas computacionais

Camada Física

- **NAS (Network Attached Storage)**



Fonte: <https://www.qnapbrasil.com.br/manager/assets/7JK7RXrL/userfiles/produtos/TS-1677/TS-1677-conexoes.png>

Storage NAS/ISCSI/IP-SAN rackmount com 24 baias, 2 portas 10GbE SFP+ integradas, processador Intel® Xeon E3 e até 192TB de capacidade de armazenamento.



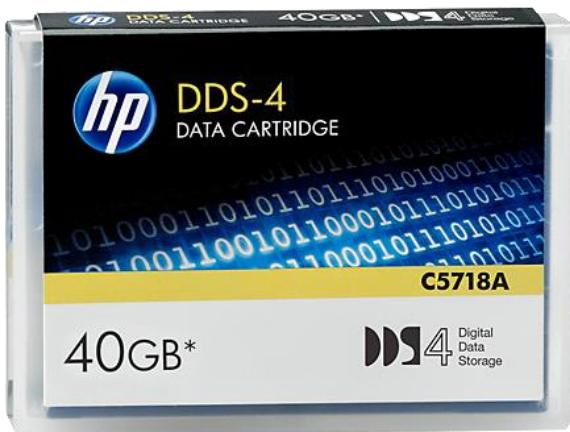
*SFP Small Form-Factor Pluggable

Fonte: <https://www.qnapbrasil.com.br/manager/assets/7JK7RXrL/userfiles/produtos/tvs-ec2480u-sas-rp-r2/frente.png>

Camada Física

- **FITA DDS (Digital Data Storage)**
 - É uma fita de 4 mm em cassete, de tecnologia helicoidal, introduzida pela Sony e pela Hewlett-Packard, que utiliza a mesma tecnologia da fita DAT

Camada Física



Fonte: <https://cdn.awsli.com.br/800x800/195/195477/produto/10112108/415c3c827e.jpg>

Fonte: https://staticbr.informaticashop.com.br/media/catalog/product/l/i/fita_dat_dds-4_40gb_150m_-_hp_-_c5718a.png

Camada Física

- **FITA DDS (Digital Data Storage)**
 - GERAÇÕES

Formato	Data	Comprimento (m)	Capacidade (GB)	Velocidade (MB/s)
DDS-1	1989	60/90	1.3/2.0	0.6
DDS-2	1993	120	4.0	0.6
DDS-3	1996	125	12.0	1.1
DDS-4	1999	150	20.0	3.2

Capacidade: duplicada com dados comprimidos.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Digital_Data_Storage

Camada Física

- **FITA DAT (Digital Audio Tape)**

- Cassete de gravação digital apresentado pela Sony, *Digital Audio Tape*, nos finais dos anos 80 em concorrência com o formato DCC da Philips
- Consiste em uma fita plástica coberta de material magnetizável
- Pode ser utilizada para registro de informações analógicas ou digitais, incluindo áudio, vídeo e dados de computador
- Capacidade típica de armazenamento: até 320 G

Camada Física

- FITA DAT (Digital Audio Tape)



Fonte: https://http2.mlstatic.com/D_Q_NP_732501-MLB20328885322_062015-Q.jpg

Fonte: http://images.tcdn.com.br/img_prod/398316/fita_dat320.dds7_160_320gb_q2032a_hp_252_1_20180724155902.jpg

Camada Física

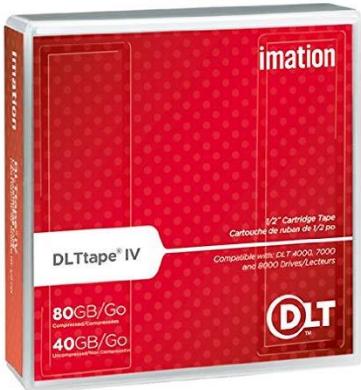
- **DLT (Digital Line Tape)**
 - Tipo de fita magnética desenvolvido pela Digital Equipment Corporation em dezembro de 1984 (atualmente Hewlett-Packard)



Fonte: <https://c.76.my/Malaysia/hp-dlt-80-40-80-scsi-tape-drive-322309-001-hexarootsolution-1706-03-hexarootsolution@1.jpg>

Camada Física

- **DLT (Digital Line Tape)**



Fonte: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51ztXhZyJfL._SX466_.jpg



Fonte: <http://www.obsoletemedia.org/wp-content/uploads/2014/05/Super-DLT-cover.png>

Media	Recording Format	Capacity (native)	SDLT 220	SDLT 320
Super DLTtape I	SDLT220	110GB	11MB/sec	11MB/sec
Super DLTtape I	SDLT320	160GB	N/A	16MB/sec

Fonte: [http://http2.mlstatic.com/cartucho-de-dados-super-dlt-tape-i-mr-samcl-01-160-320-gb-D_NQ_NP_320215-MLB25181949355_112016-O.jpg](https://http2.mlstatic.com/cartucho-de-dados-super-dlt-tape-i-mr-samcl-01-160-320-gb-D_NQ_NP_320215-MLB25181949355_112016-O.jpg)

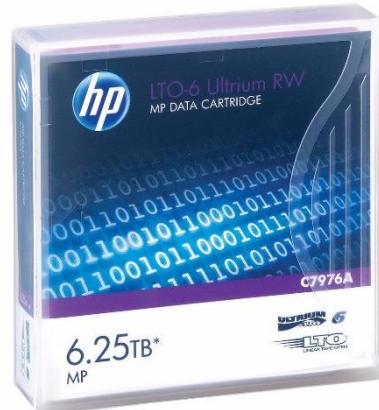
Camada Física

- **LTO (Linear Tape-Open)**

- Tecnologia de armazenamento de dados em fita magnética desenvolvida originalmente na década de 1990 como uma alternativa aos padrões abertos a formatos proprietários de fita magnética que estavam disponíveis na época
- Seagate, a Hewlett-Packard, IBM e iniciou o Consórcio LTO



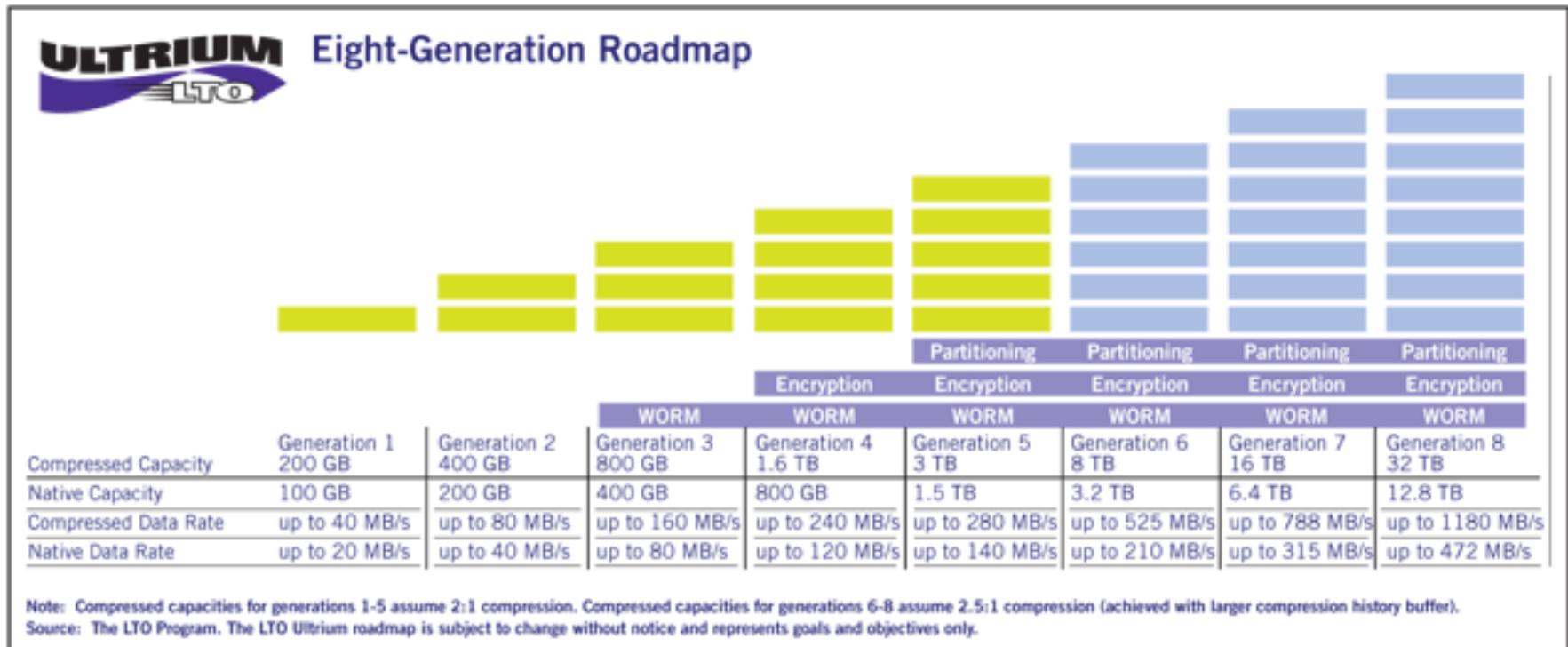
Fonte: <https://spectrumdrive.com/Images/upload/Product/wn386-696-650x365.jpg>



Fonte: https://http2.mlstatic.com/fita-backup-hp-lto-6-ultrium-c7976a-capacidade-225tb56-D_NQ_NP_180525-MLB25447524322_032017-F.jpg

Camada Física

- Gerações e Padrões LTO (Linear Tape-Open)



Fonte: http://1.bp.blogspot.com/-ekDz48-BqX4/TdV4JcGM_oI/AAAAAAAAlv4/GxNBeuyc4WM/s1600/image.4SLZVV.png

Camada Física

• LTO (Linear Tape-Open)



Tape Library LTO 9



Fita LTO 9

Imagen não disponível

- 18.0 TB
Nativo
- 45.0 TB
Comprimido

Fita LTO 8



Imagen ilustrativa

- 12.0 TB
Nativo
- 30.0 TB
Comprimido

Fita LTO 7



Imagen ilustrativa

- 6.0 TB Nativo
- 15.0 TB
Comprimido

[+ informações](#)

Fita LTO 6



Imagen ilustrativa

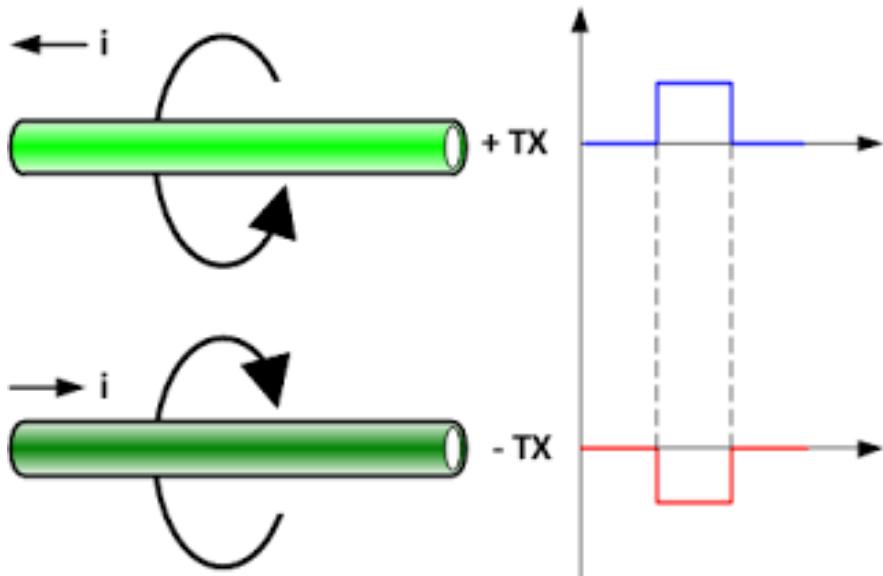
- 2.5 TB Nativo
- 6.25 TB
Comprimido

[+ informações](#)

Camada Física

- **PAR TRANÇADO**
 - Dois fios de cobres encapados
 - Enrolados de forma helicoidal
 - Trançado tem por finalidade reduzir a interferência elétrica entre dois pares
 - Usado em transmissão analógica ou digital
 - Largura de banda depende a espessura do fio e da distância percorrida

Camada Física



Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-xnh0pl29Q-o/UVqUhwgfs2I/AAAAAAAAnE/ynPrlzMWB68/s1600/TP.png>



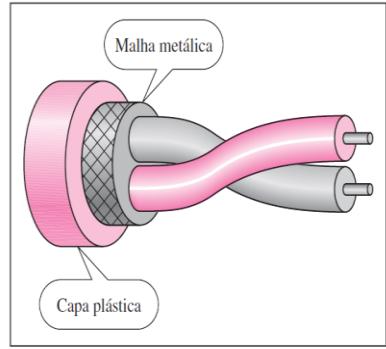
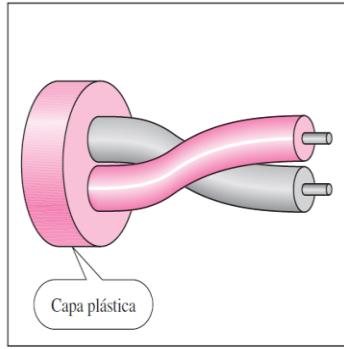
Fonte: https://http2.mlstatic.com/cabo-de-rede-lan-utp-furukawa-cat5e-soho-plus-30-metros-D_NQ_NP_656115-MLB25148339431_112016-F.jpg

Camada Física

• TIPOS DE CABOS PAR TRANÇADO

– Unshielded Twisted Pair – UTP

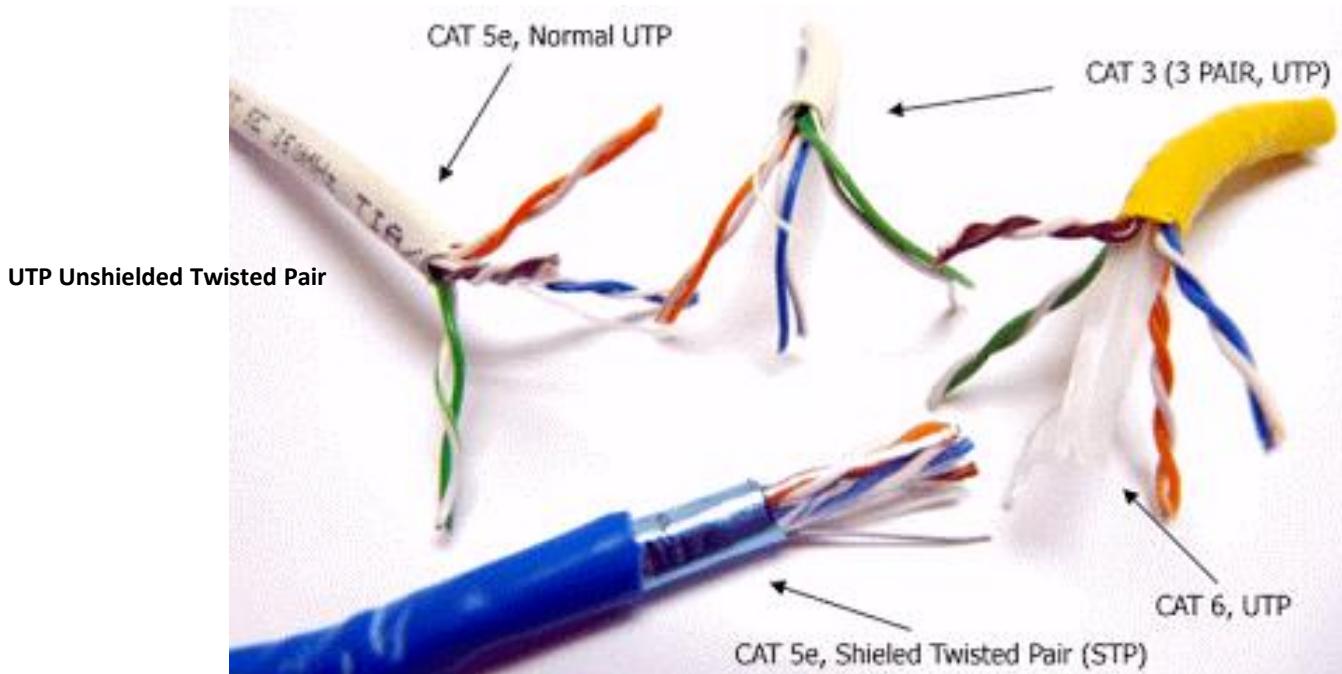
- Par Trançado sem Blindagem
- São quatro pares de fios entrelaçados e revestidos por uma capa de PVC
- Mais usado atualmente e mais barato



– Shielded Twisted Pair – STP

- Par Trançado Blindado
- É igual ao UTP, a diferença é que possui uma blindagem feita com a malha do cabo, que o protege mais que o UTP
- Mais caro, menos usado e necessita de aterramento
- Diminui as interferências eletromagnéticas externas, protege mais da umidade, etc.

Camada Física



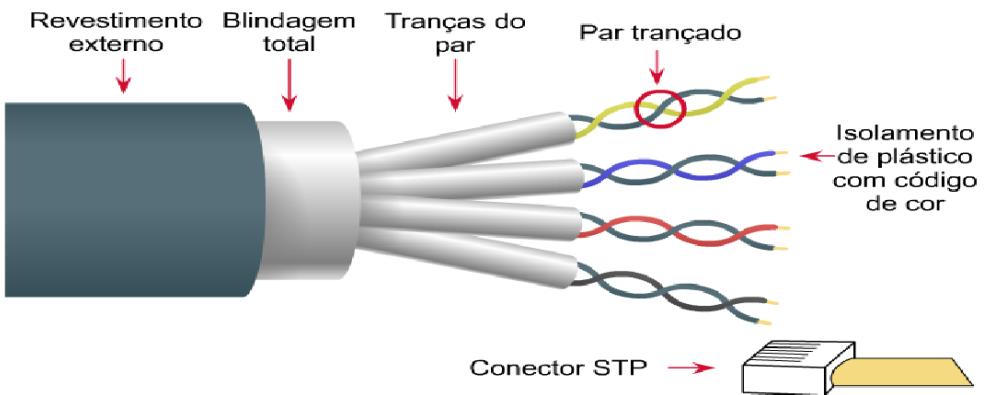
Fonte: <http://2.bp.blogspot.com/-LK3LWaAM6Sk/UVqOp43--XI/AAAAAAAAmk/TSOxOPotbw8/s1600/Cat-Types.gif>



Fonte: <https://www.pontofrio-imagens.com.br/Informatica/AcessoriosPerifericos/cabos-adaptadores/5541291/935401287/caixa-de-cabo-utp-cat-6-para-rede-furukawa-gigalan-cm-homologado-305-metros-vermelho-5541291.jpg>

Camada Física

STP (par trançado blindado)



Fonte: <https://desamarrandoarede.files.wordpress.com/2012/04/preview0051.png>



Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/q5UApOlcq1U/hqdefault.jpg>

Camada Física

- CATEGORIAS DO PAR TRANÇADO**

- Definido pela TIA (Telecommunications Industry Association) e EIA (Electronic Industries Association)

<i>Categoria</i>	<i>Especificação</i>	<i>Taxa de Dados (Mbps)</i>	<i>Uso</i>
1	Cabo de par trançado usado em telefonia	< 0,1	Telefonia
2	Cabo de par trançado não blindado usado originalmente em linhas T	2	Linhas T-1
3	CAT 2 aperfeiçoado para uso em redes locais LANs	10	LANs
4	CAT 3 aperfeiçoado para uso em redes Token Ring	20	LANs
5	O fio do cabo é, normalmente, AWG 24 com um invólucro e revestimento externo	100	LANs
5E	Extensão da categoria 5 que inclui recursos adicionais para reduzir interferências eletromagnéticas e linha cruzada	125	LANs
6	Uma nova categoria com componentes casados provenientes do mesmo fabricante. O cabo tem de ser testado à taxa de dados de 200 Mbps.	200	LANs
7	Algumas vezes, denominado SSTP (<i>shielded screen twisted-pair</i>). 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	LANs

Camada Física

PREPARAÇÃO DO CONECTOR RJ-45 (MACHO) – CRIMPAGEM

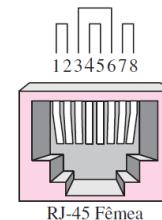
TESTADOR DE CABO



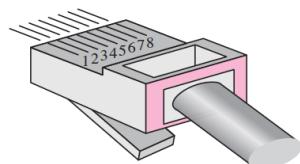
Fonte: http://www.blog.lannetworkmanaus.com.br/wp-content/uploads/2017/07/crimpar_cabo.png



ALICATE DE CRIMPAR CONECTOR RJ-45



RJ-45 Fêmea

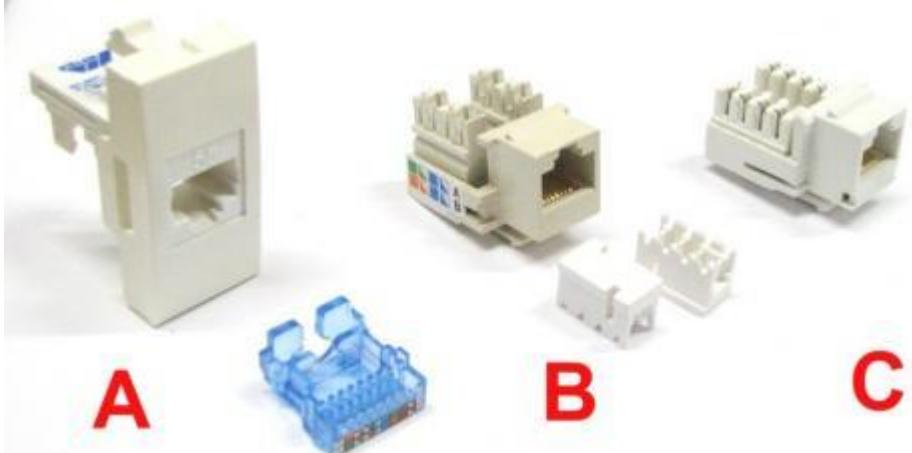


RJ-45 Macho

Fonte: <https://www.ladomix.com.br/fotos/zoom/1359fz1/kit-alicate-crimpard-testador-de-cabos-10-conectores-rj45.jpg>

Camada Física

PREPARAÇÃO DO CONECTOR RJ-45 (FÊMEA) – INSERÇÃO

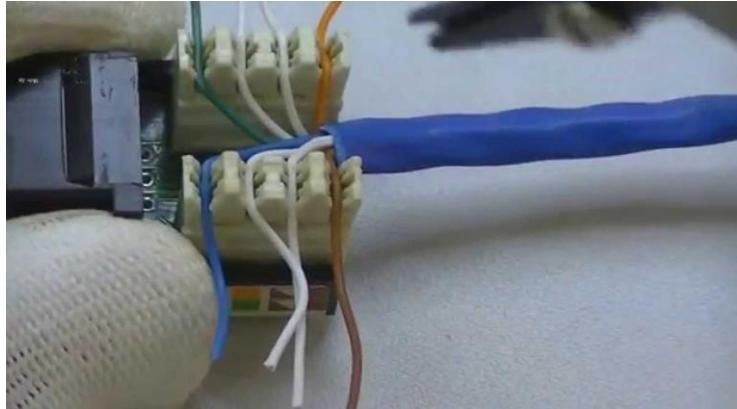


Fonte: http://www.infopod.com.br/wp-content/rj45_femea01.thumbnail.jpg

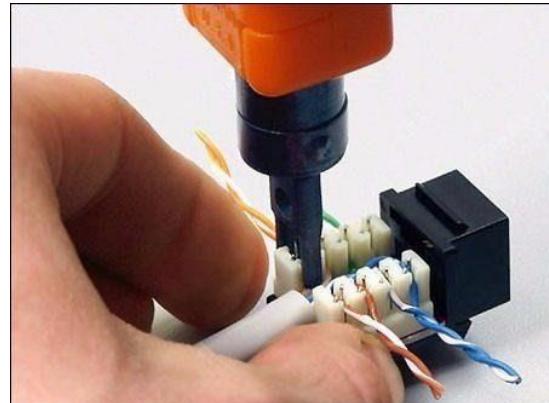
ALÍCATE PARA INSERÇÃO (PUNCH DOWN)



Fonte: https://static.wurth.com.br/catalog/IMAGEM/60-FERRAMENTAS-MANUAIS/6022-ALICATES-E-PINCAS/ALICATE-PARA-INSERCAO-PUNCH_DOWN/prod/ALICATE-PARA-INSERCAO-PUNCH_DOWN-M.png



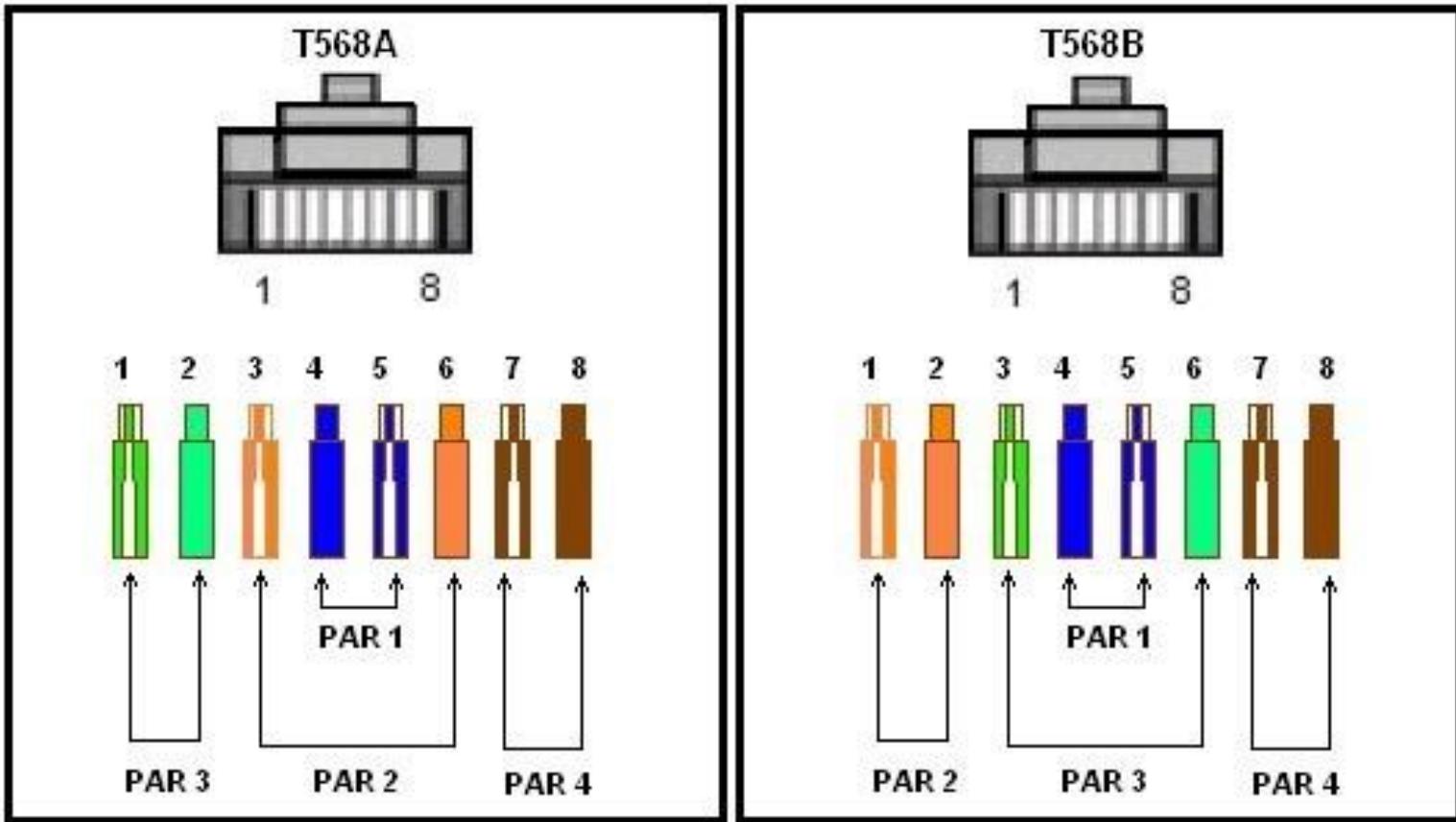
Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/6xYjVb3N9uw/maxresdefault.jpg>



Fonte: https://http2.mlstatic.com/pinza-ponchadora-de-impacto-presion-rj45-cable-red-D_NQ_NP_902614-MCO25721210791_072017-O.jpg

Camada Física

- Sequência de Fiação

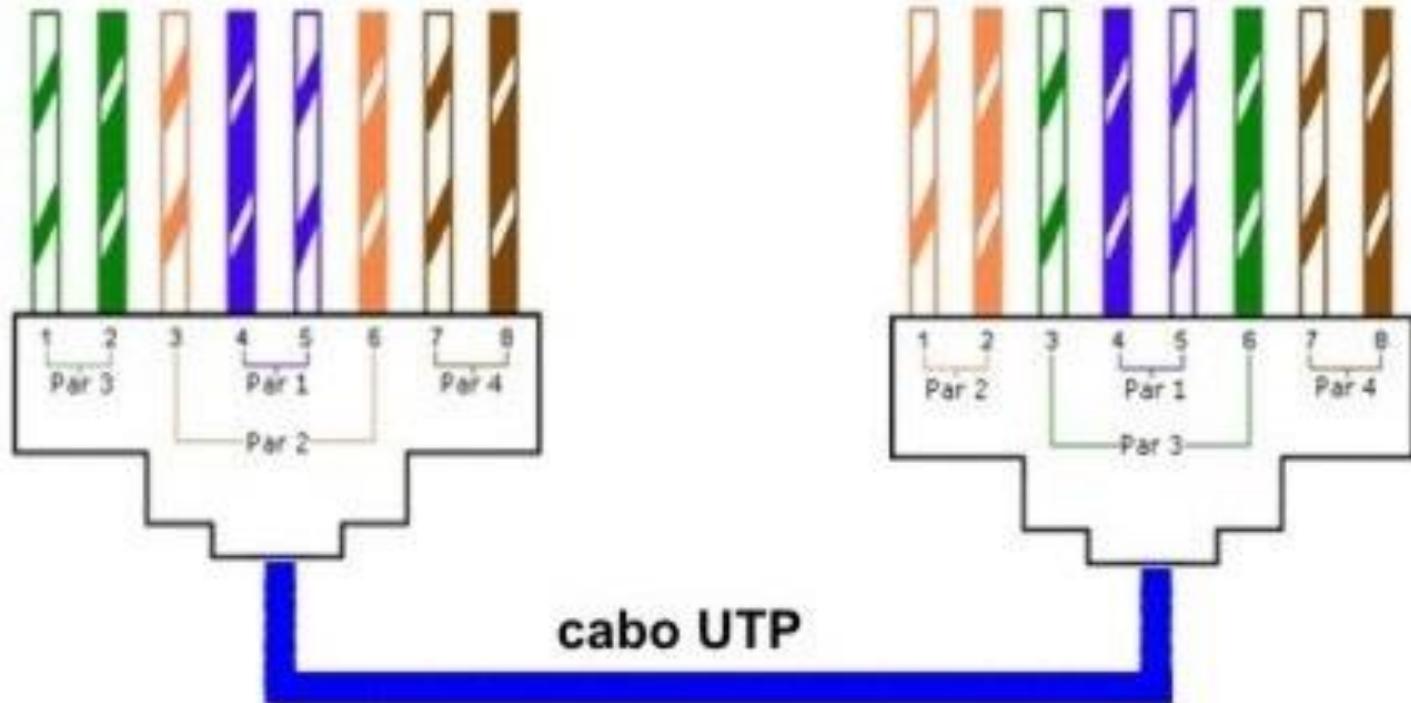


Fonte: https://http2.mlstatic.com/cabo-de-rede-furukawa-cat5e-cmx-soho-plus-azul-50-metros-D_NQ_NP_907816-MLB27393397267_052018-F.jpg

Camada Física

- Sequência de Fiação (Crossover)

Config. dos Conectores p/ Cabo Crossover Padrão T568B



Fonte: <http://convexnet.com.br/wp-content/uploads/2017/07/cabo-crossover1.jpg>

Camada Física

- Utilização Fios (até Fast Ethernet)**

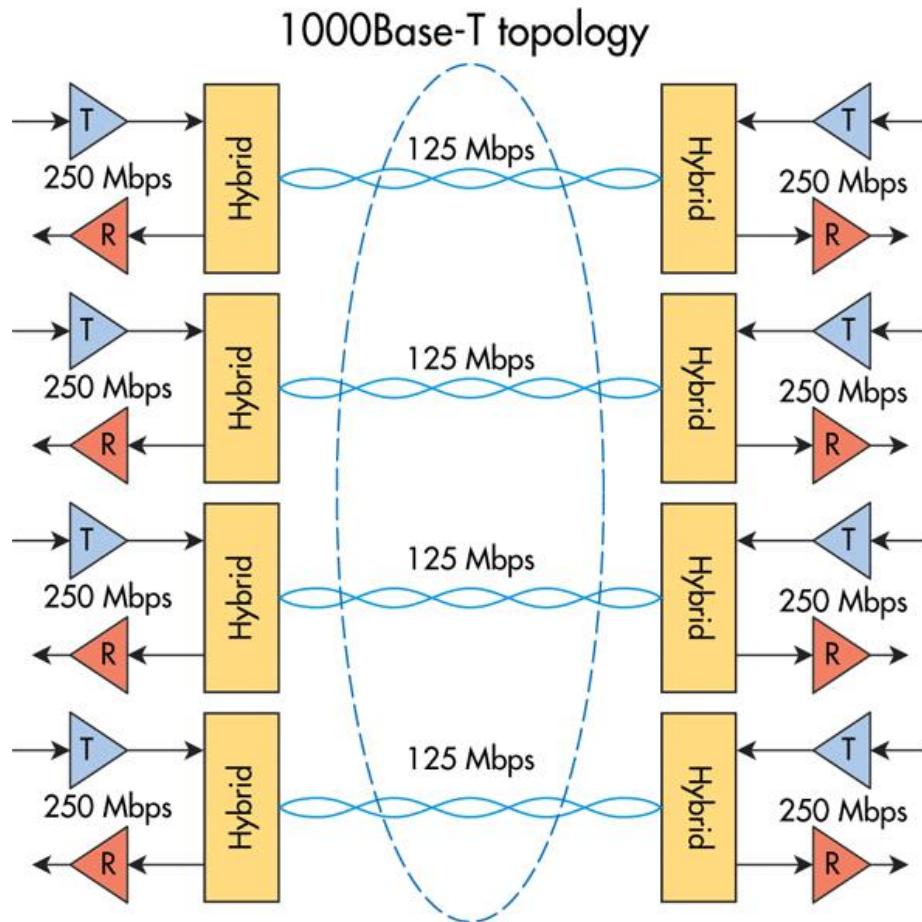
PINO	COR	FUNÇÃO
1	Branco Verde	+ Transmissão
2	Verde	- Transmissão
3	Branco Laranja	+ Recepção
4	Azul	Não Utilizado
5	Branco Azul	Não Utilizado
6	Laranja	- Recepção
7	Branco Marrom	Não Utilizado
8	Marrom	Não Utilizado

(*) Padrão Internacional EIA/TIA T568-A

Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-1laPHdbhJhU/UVqU6UEArI/AAAAAAAAnM/SEyRz55KLXY/s1600/T568A.png>

Camada Física

- Utilização Fios (Gibabit Ethernet)



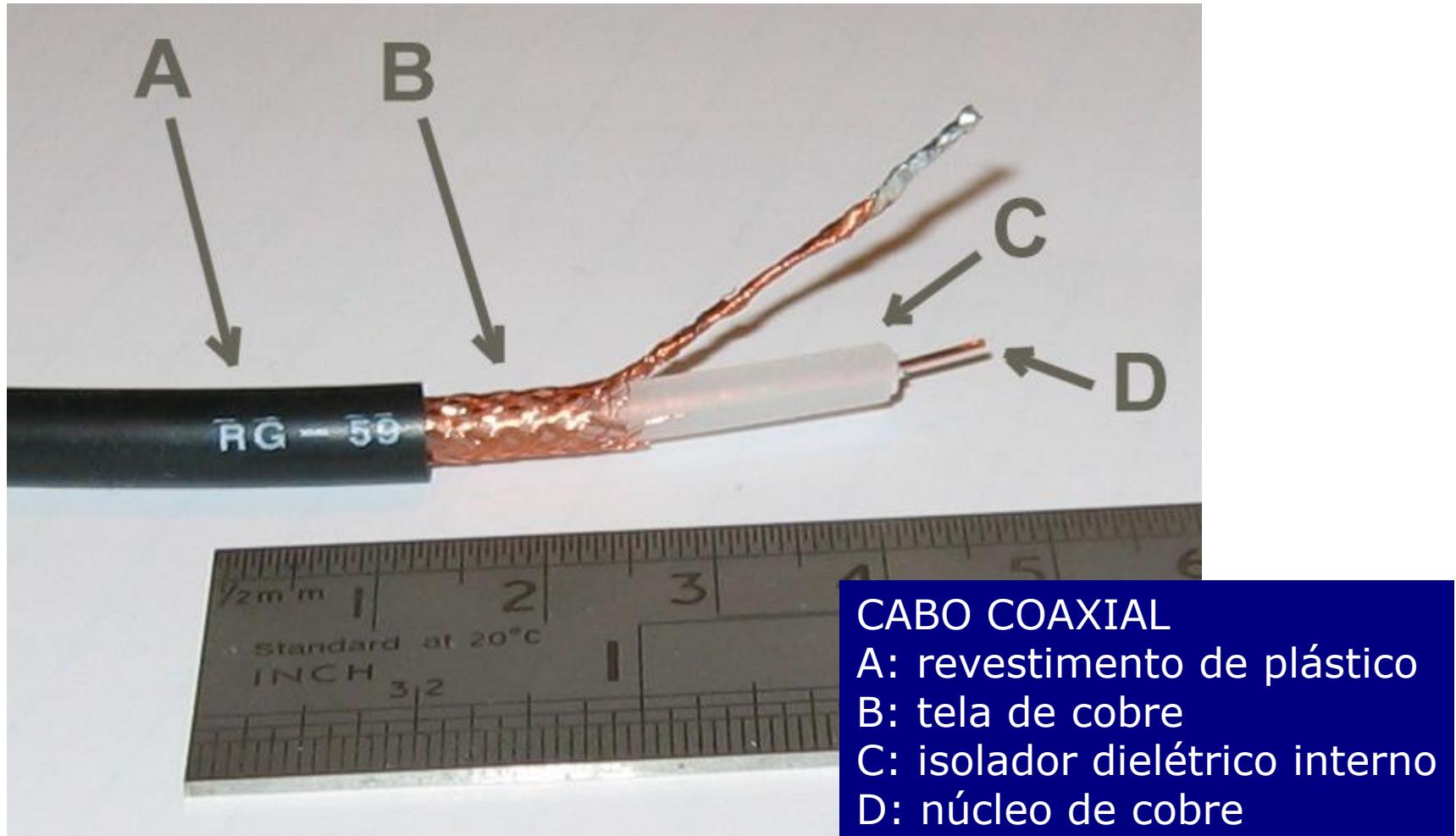
Fonte: <http://www.fiber-optic-transceiver-module.com/wp-content/uploads/2015/08/1000base-t.jpg>

Camada Física

- **CABO COAXIAL**

- Fio de cobre na parte central envolvido por um isolante, envolto por um condutor cilíndrico, geralmente uma malha entrelaçada e uma capa protetora
- Constituído por diversas camadas concêntricas de condutores e isolantes
- Aplicações:
 - Ligações de áudio
 - Ligações de rede de computadores
 - Ligações de sinais rádio frequência de - rádio e TV (transmissores e receptores)

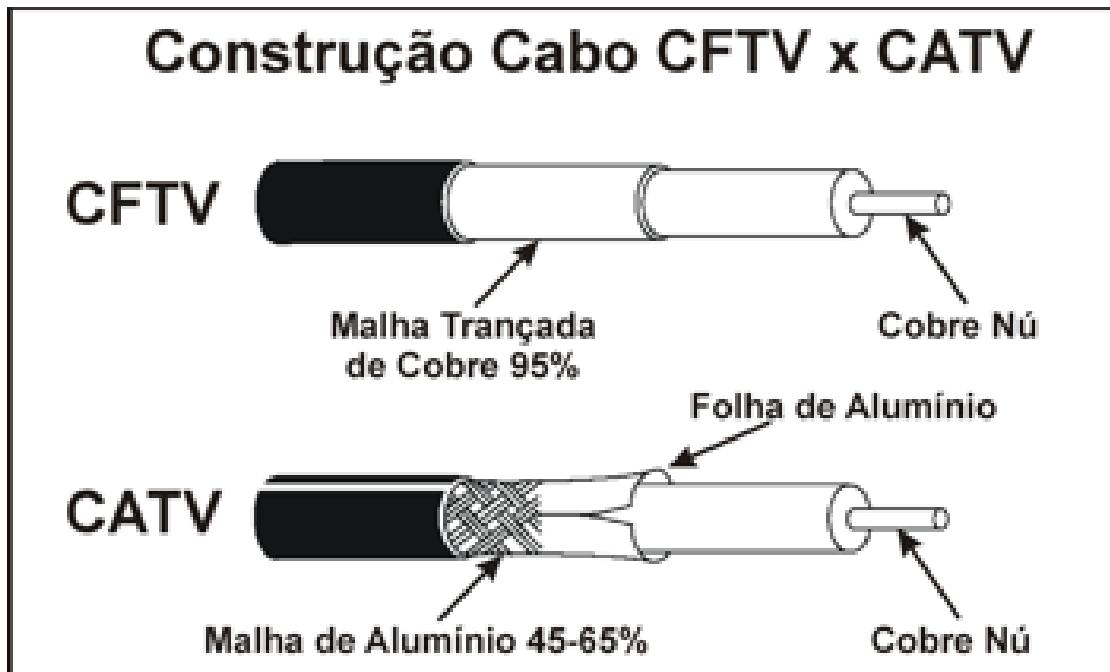
Camada Física



Fonte: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/7/73/RG-59.jpg/250px-RG-59.jpg>

Camada Física

- **CABO COAXIAL – Tipos**
 - CFTV (Circuito Fechado de TV - Closed-Circuit Television CCTV)
 - CATV (Community Antenna Television)



Fonte: <http://3.bp.blogspot.com/-RetUiB0apVc/Te05GZZq4xI/AAAAAAAJJw/p2fcsFD6PUc/s1600/4.jpg>

Camada Física

- CONECTORES CABO COAXIAL**

Conectores BNC

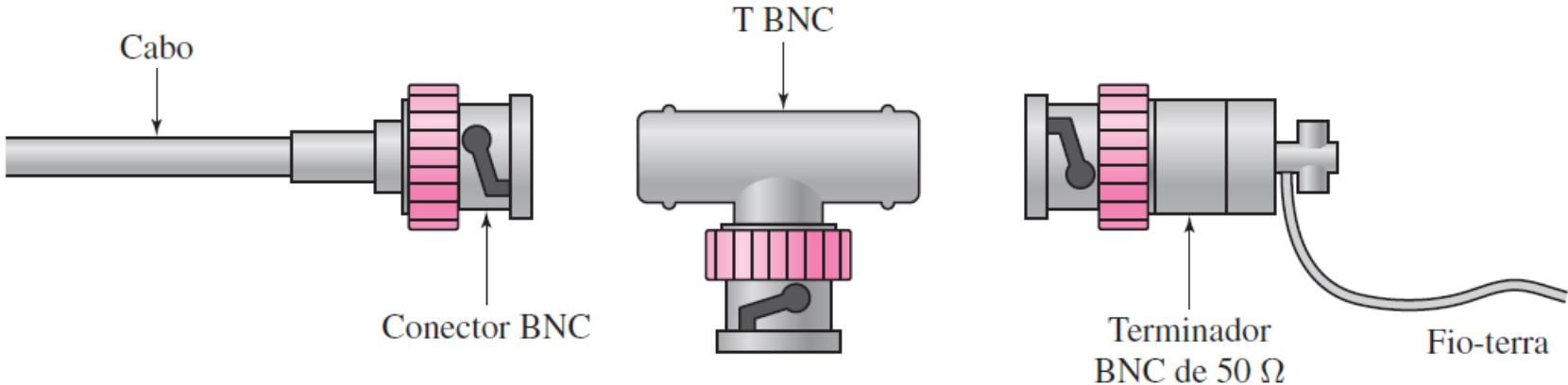


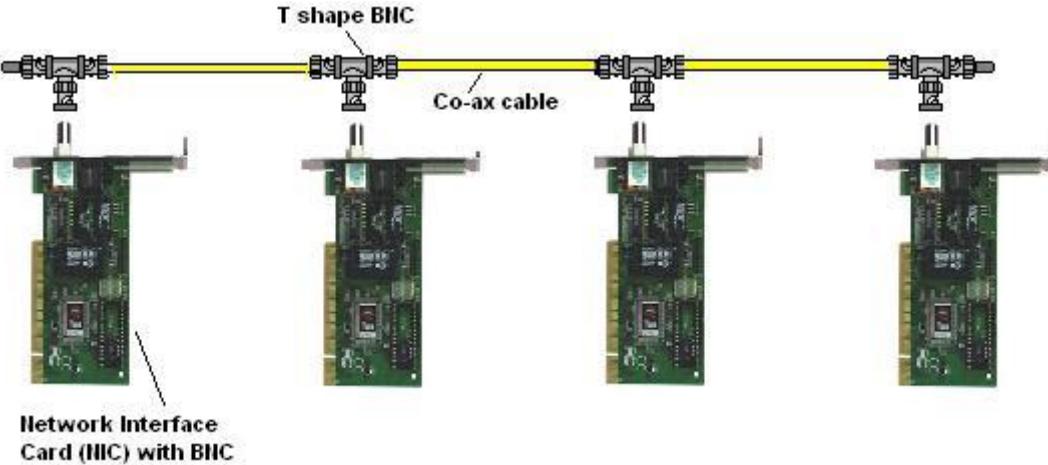
Tabela Categorias de cabos coaxiais

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

Camada Física

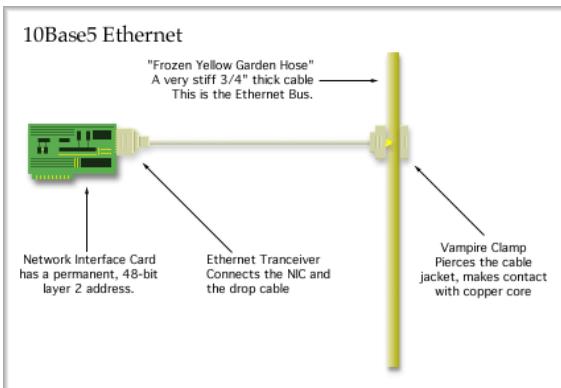
PADRÕES ANTIGOS PARA REDES – CABO COAXIAL

10Base2



Fonte: https://eeherald.s3.amazonaws.com/uploads/ckeditor/pictures/oldarticleimages/10base5_bnc_connector_aiu_dix.jpg

10Base5



Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b7/10BASE5_thick_ethernet.png

Camada Física

- **FIBRA ÓPTICA**

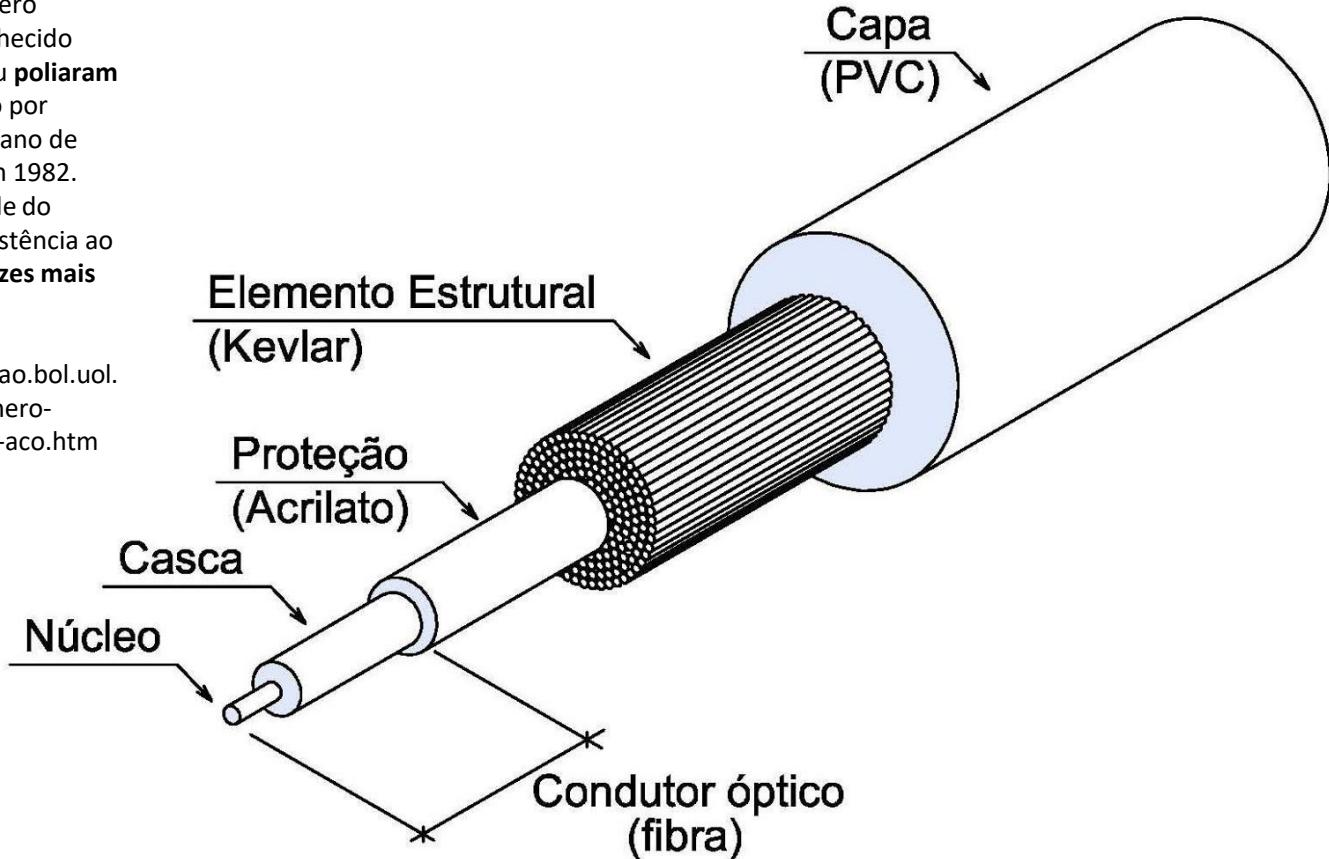
- Usa como meio fibra de vidro ou plástico ultrafina - espessura de 50 ou 62,5 micra
- Transmissão da luz
 - É lançado um feixe de luz numa extremidade da fibra, e pelas características ópticas do meio (fibra), esse feixe percorre a fibra através de consecutivas reflexões

Micron(μm) – Corresponde a 1×10^{-6} m (um milésimo do milímetro)

Camada Física

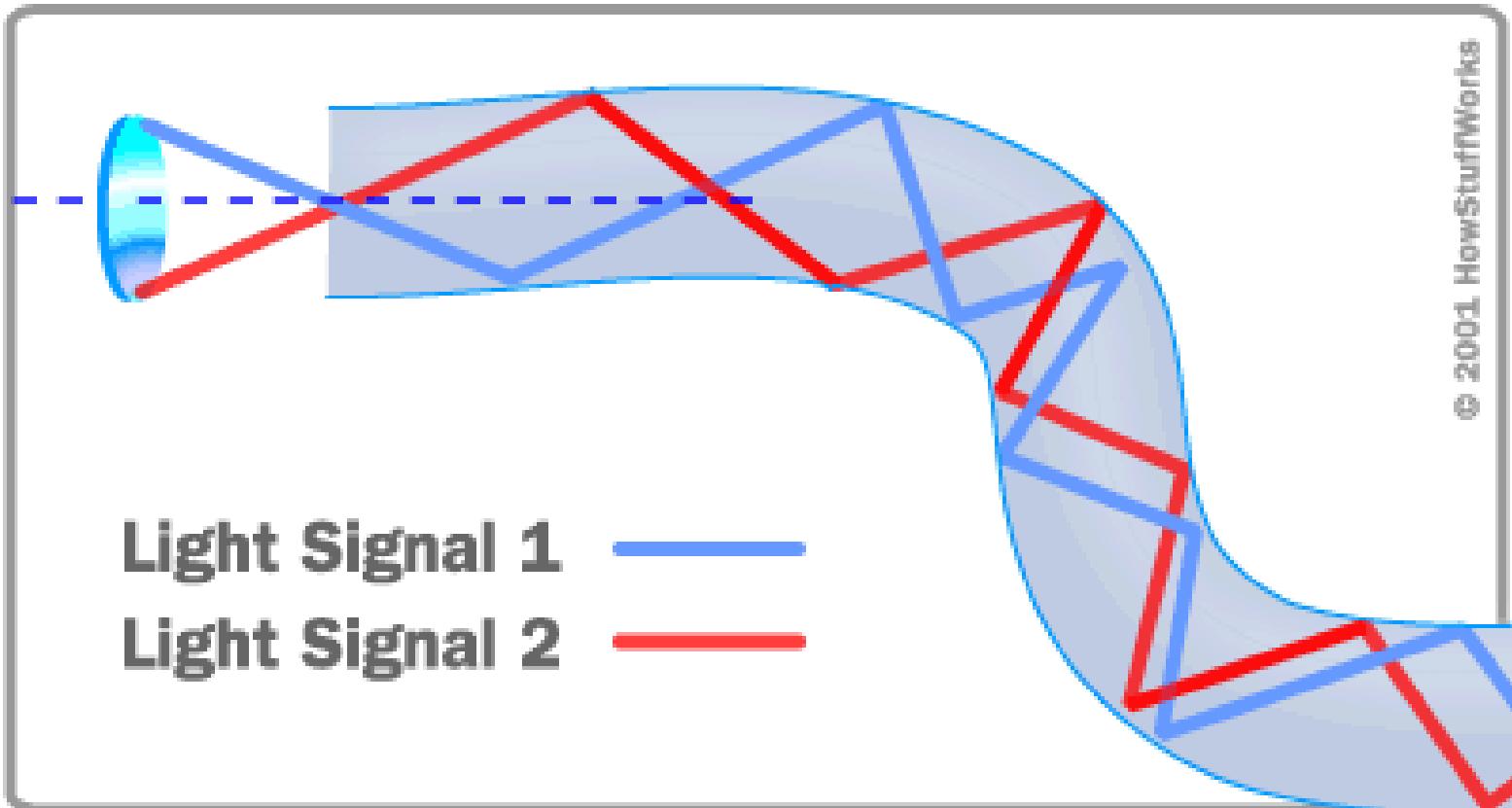
O **KEVLAR** é um polímero sintético também conhecido como **poliarilamida** ou **poliarimida**. Ele foi descoberto por Stephanie Kwolek, no ano de 1965, e foi lançado em 1982. A principal propriedade do kevlar é a sua alta resistência ao impacto, ele é **sete vezes mais forte que o aço**.

Fonte:
<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/polimero-kevlar-mais-forte-que-aco.htm>



Fonte: [http://1.bp.blogspot.com/-9IVR5o7LqAw/UUXYKuJyv9I/AAAAAAAATc/jnqvocas9F0/s1600/Drawing-38+Model+\(1\).jpg](http://1.bp.blogspot.com/-9IVR5o7LqAw/UUXYKuJyv9I/AAAAAAAATc/jnqvocas9F0/s1600/Drawing-38+Model+(1).jpg)

Camada Física

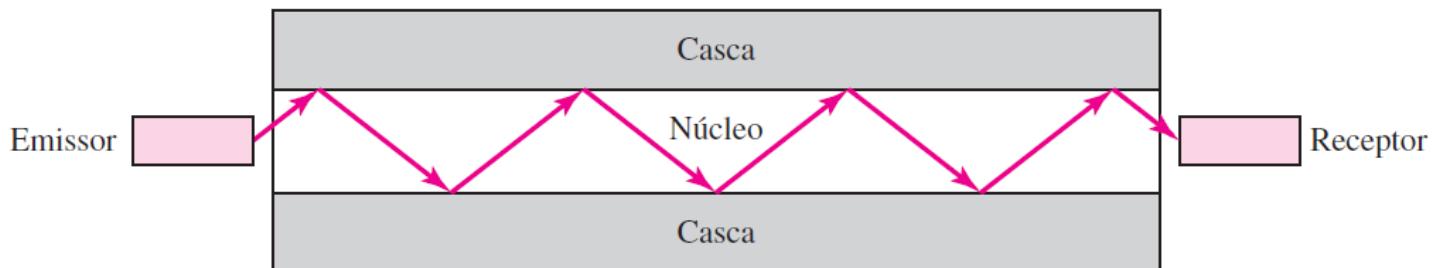


Fonte: <https://blogdoenem.com.br/wp-content/uploads/2016/06/2-9.gif>

Camada Física

• FIBRA ÓPTICA

- Sistema de transmissão óptico
- Tem três componentes:
 - origem da luz
 - meio de transmissão
 - detector
- Convencionalmente um pulso de luz indica bit 1 e ausência bit 0
- Velocidades típicas – Gbps (Limitada pela conversão óptico/elétrica)



Camada Física

- **FIBRA ÓPTICA – VANTAGENS**

- Largura de banda mais ampla.
- Menor atenuação do sinal
- Imunidade à interferência eletromagnética
- Resistência a materiais corrosivos
- Peso leve
- Maior imunidade à interceptação

- **FIBRA ÓPTICA – DESVANTAGENS**

- Instalação e manutenção
- Propagação unidirecional da luz – 2 cabos comunicação bidirecional
- Custo

Camada Física

- **TIPOS DE FIBRA**

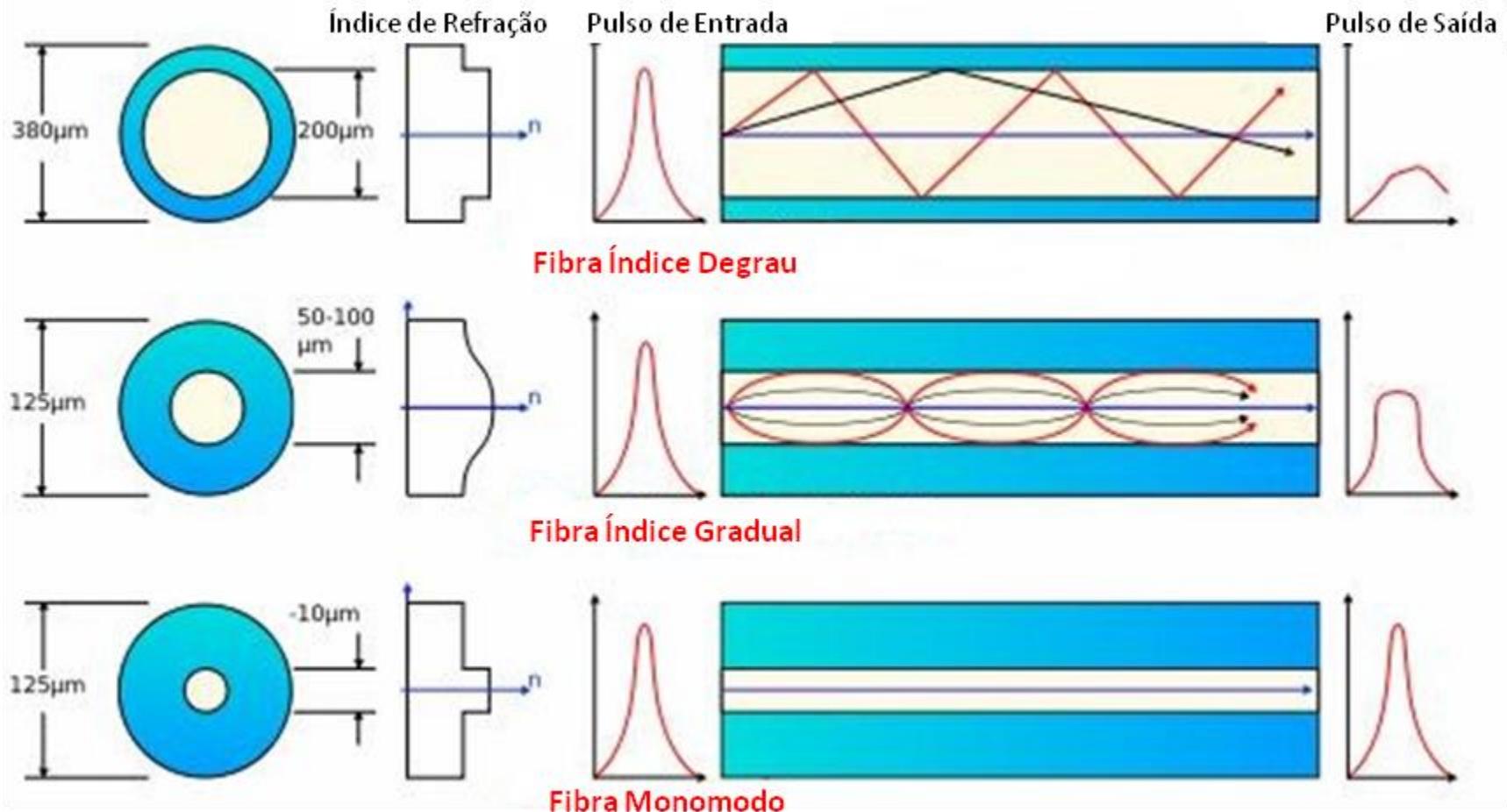
- Multimodo

- Um feixe de luz é refletido internamente e cada raio tem um modo específico
 - Distâncias típicas: 2 Km
 - Espessura de 50 ou 62,5 micra

- Monomodo

- Redução no diâmetro da fibra e o feixe passa sem ricochetear
 - Alto custo
 - espessura 8 ou 10 micra
 - Distâncias típicas: até 100 Km

Camada Física



Fonte: http://www.stconsulting.com.br/wp-content/uploads/2011/12/FO_Mono_Multi.png

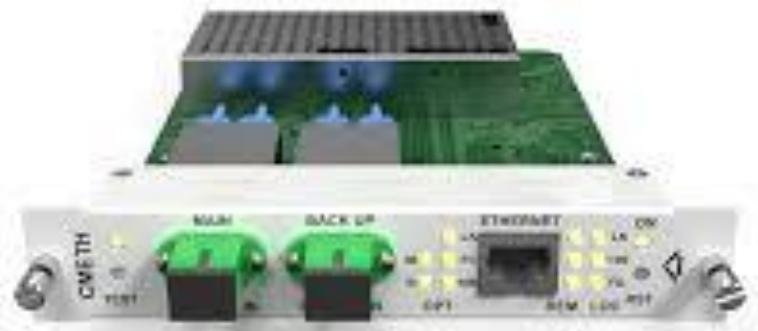
Camada Física

- **Fontes de luz:**
 - Diodos emissores de luz (LED)
 - Lasers semicondutores

Item	LED	Laser Semicondutor
Taxa de dados	Baixa	Alta
Modo	Multimodo	Multimodo e monomodo
Distância	Pequena	Longa
Vida útil	Longa	Curta
Sensibilidade à temperatura	Insignificante	Substancial
Custo	Baixo	Alto

Camada Física

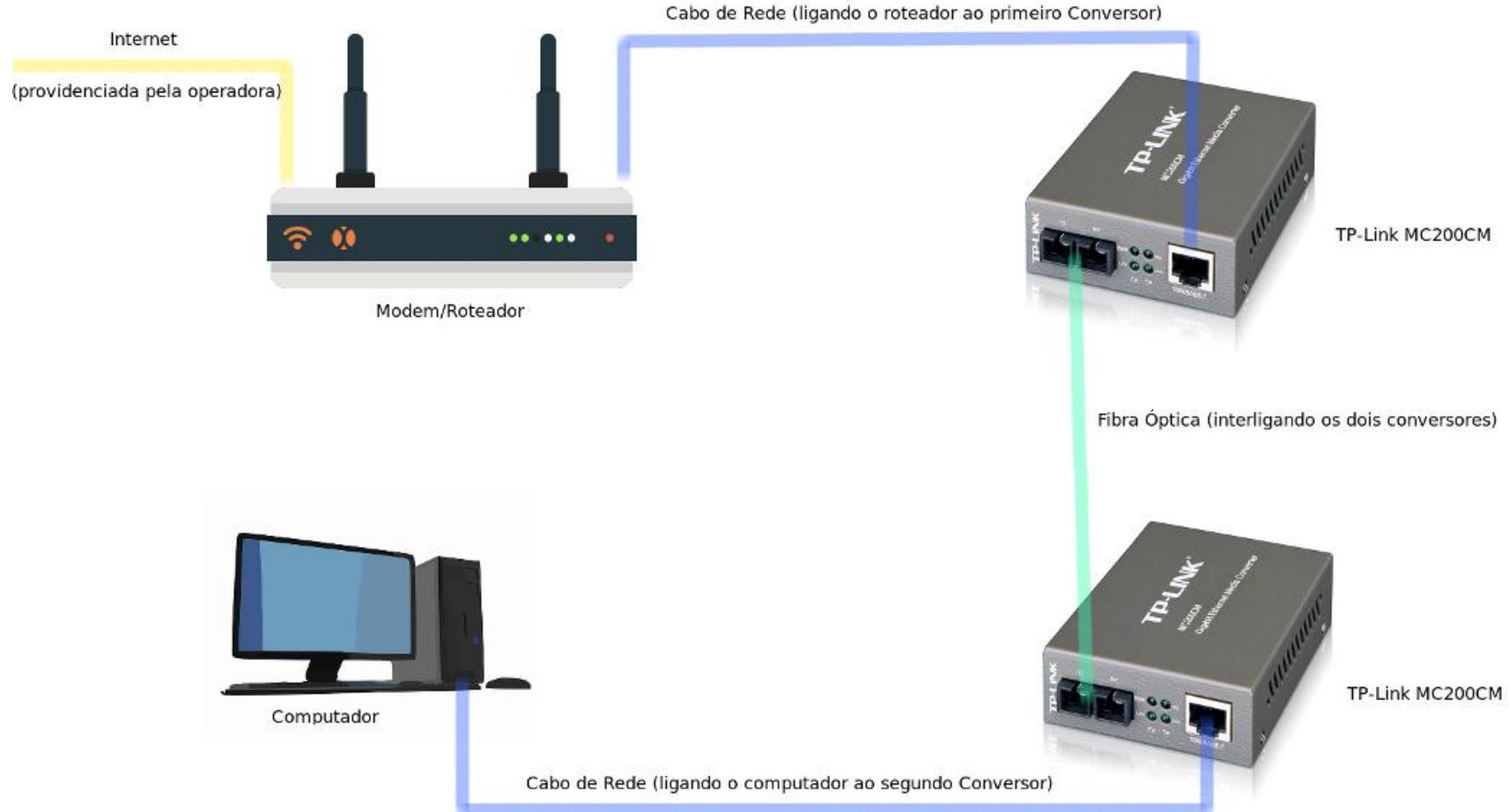
CONVERSOR DE MEIOS ELÉTRICO ÓPTICO 10/100



Fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTodxU5Bcfx0twCZ14frg7c_lfhNredWUIOmSjbYbQBpMKBG4MSHA

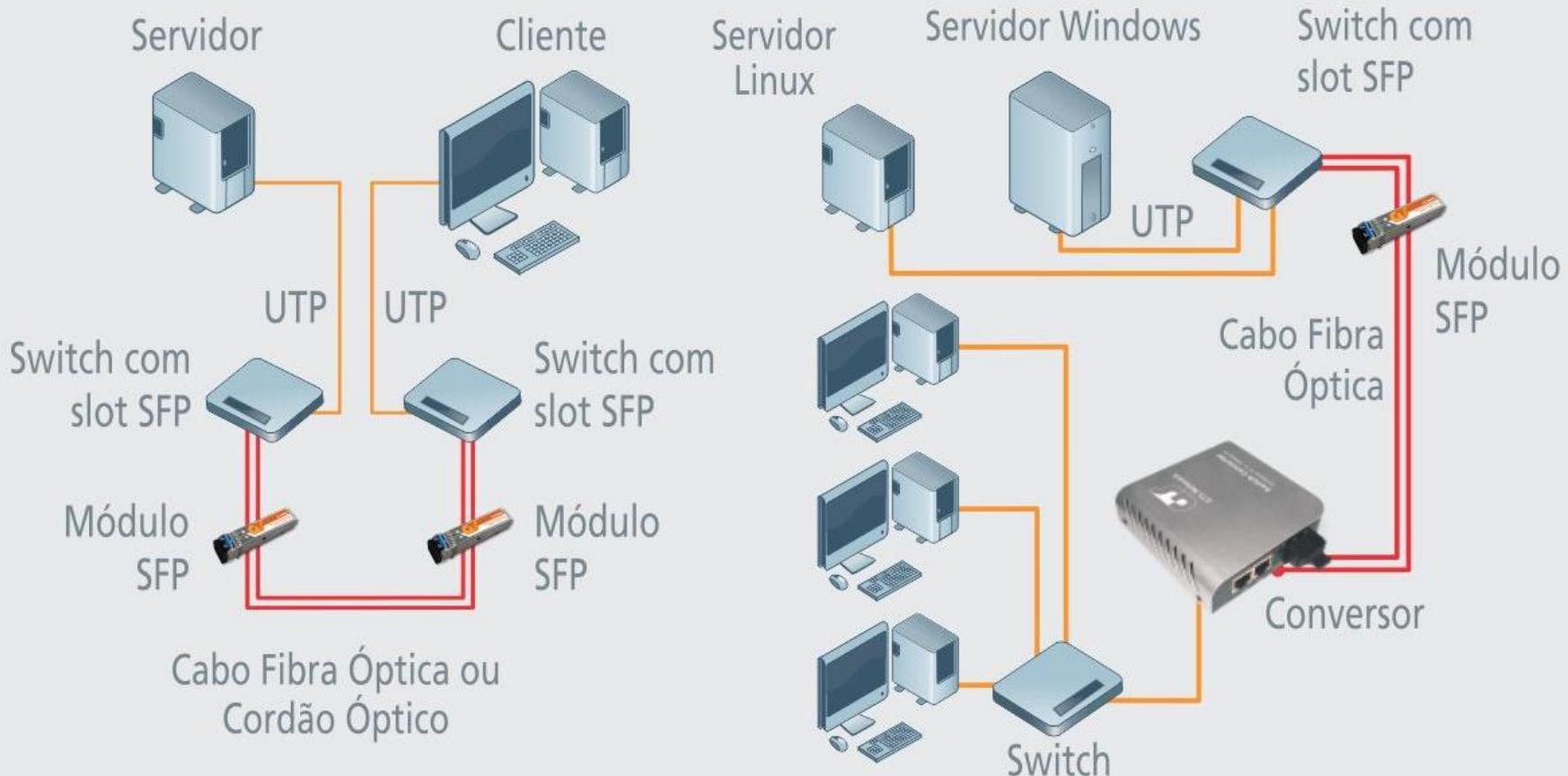
Fonte: https://www.conectwi.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/c/o/conversor_de_midia_de_multi_modo_10_100_mbps_mc100cm_tp_link.jpg

Camada Física



Fonte: <https://i.imgur.com/9YyjRAJ.png>

Camada Física



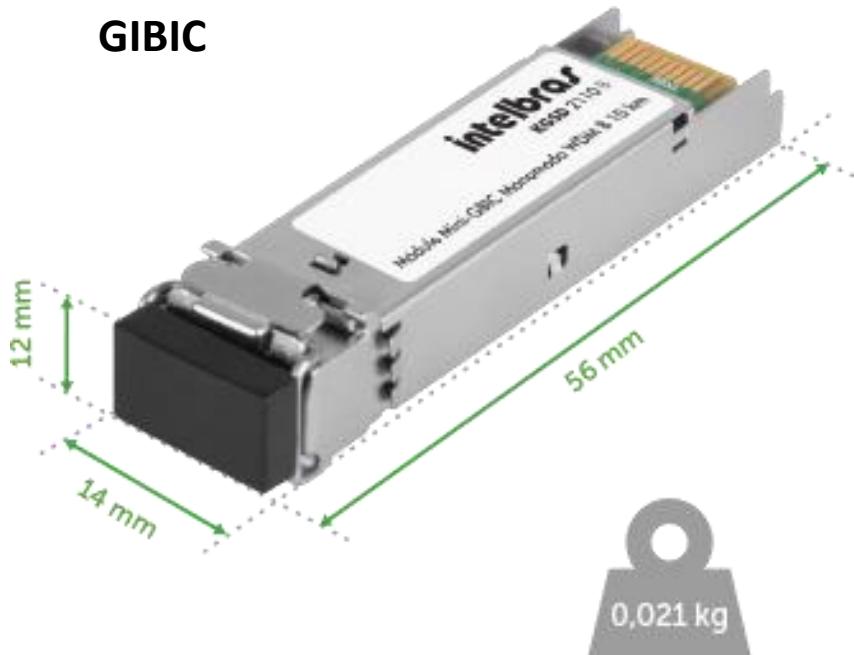
Fonte: http://www.lojabluecom.com.br/UserFiles/images/Network/Diagrama%20-%201_G.png

Camada Física

- **GIBIC (Gigabit Interface Converter)**
 - Conversor de Interface Gigabit
 - É um transceptor óptico interno usado em switches nas conexões de cabeamento estruturado
 - Transforma o sinal elétrico em sinal óptico que proporciona maior flexibilidade e melhor desempenho nas redes

Camada Física

GIBIC



Fonte:
https://images.tcdn.com.br/img/img_prod/448593/switch_24p_poe_4_portas_mini_gbic_intelbras_sg2404poe_1668_3_20170531160655.png

Fonte: http://www.intelbras.com.br/sites/default/files/flyer_digital_modulo_mini_gbic_wdm.png

Camada Física

• GIBIC

- Atualmente existem equipamentos para transmissão/recepção com velocidades de até 100 Gbps atingindo distâncias de até 40 Km
- Produtos com velocidades menores podem atingir distâncias de até 120 Km

SFP10ZRX - SFP+
10GBASE-ZR100
REF: SFP10ZRX

R\$ 3.669,50

Módulo SFP+ 10GB-ZR , 1550nm, LC, SM, DDM, 100Km.
Distância de até 100km em fibra monomodo.



Fonte: https://www.fibrastore.com.br/product-page/sfp10zrx-sfp-10gbase-zr100?gclid=CjwKCAjwzqPcBRAnEiwAzKRgSyg-dKBXf1K8WXG2Fg0YxkVear6nvrDNFixrFzWLACI-BiX-TfRvIx0ClyoQAvD_BwE

Camada Física

SWITCH COM PORTAS DE FIBRA ÓPTICA



Fonte:

http://www.interhome.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95s/w/switch_gerenciavel_24_portas_fast_etherne_sf_2842_mr_2.jpg



Fonte: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41fa-4zzWmL._SY355_.jpg

Camada Física

• TIPOS DE CONECTORES FIBRA ÓPTICA



LC-APC



LC-MM



LC-0.9



D4



DIN



FC-APC



FC



FC-0.9



SMA905



ST



SC-MM



SC-DX



SC-APC



SC-0.9

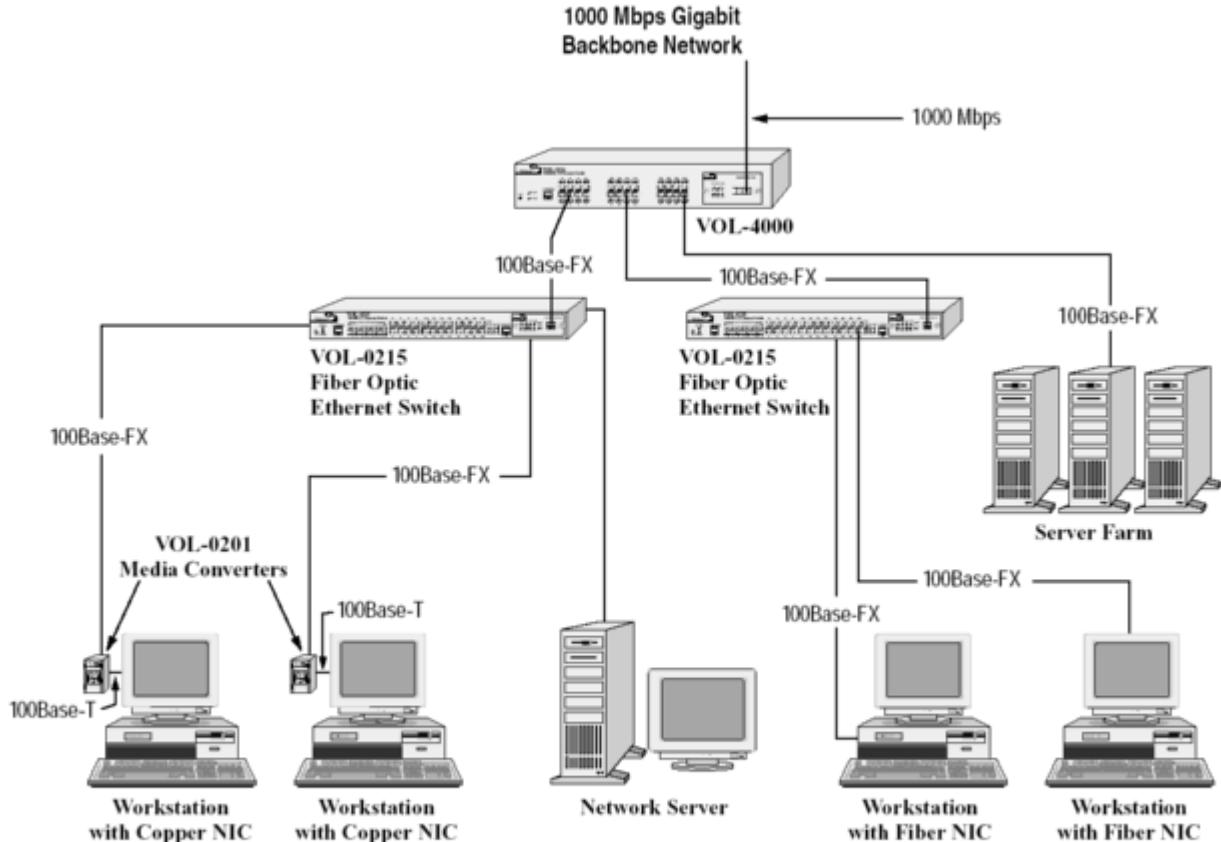


MU

Fonte: <http://www.qualitynet.com.ar/wp-content/uploads/2017/09/Conectores-de-fibra-1.jpg>

Camada Física

Network Diagram



Fonte: <http://www.nti.ufpb.br/~beti/pag-redes/figuras/HARD-08.GIF>

Camada Física

DIO (Distribuidor Ótico)



Fonte: <http://www.koc-brasil.com.br/images/productos/300.jpg>



Fonte: <http://www.infordal.com.br/imagens/ups/ups6.jpg>

Camada Física

- **TRANSMISSÃO SEM FIO**
 - **ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO**
 - Quando se movem os elétrons criam ondas eletromagnéticas
 - Se propagam pelo espaço livre (incluindo vácuo)
 - Prevista pelo físico inglês **Maxwell** (1865)
 - Produzida e observada pelo físico alemão **Hertz** (1887)
 - O número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamado **frequência (f)**, dada em **Hertz**

Camada Física

- **TRANSMISSÃO SEM FIO - ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO**
 - Com antenas se pode transmitir e receber o sinal eletromagnético
 - Velocidade depende da frequência utilizada
 - A velocidade da luz é o limite máximo que se pode alcançar
 - 3×10^8 m/s
 - Relação fundamental:

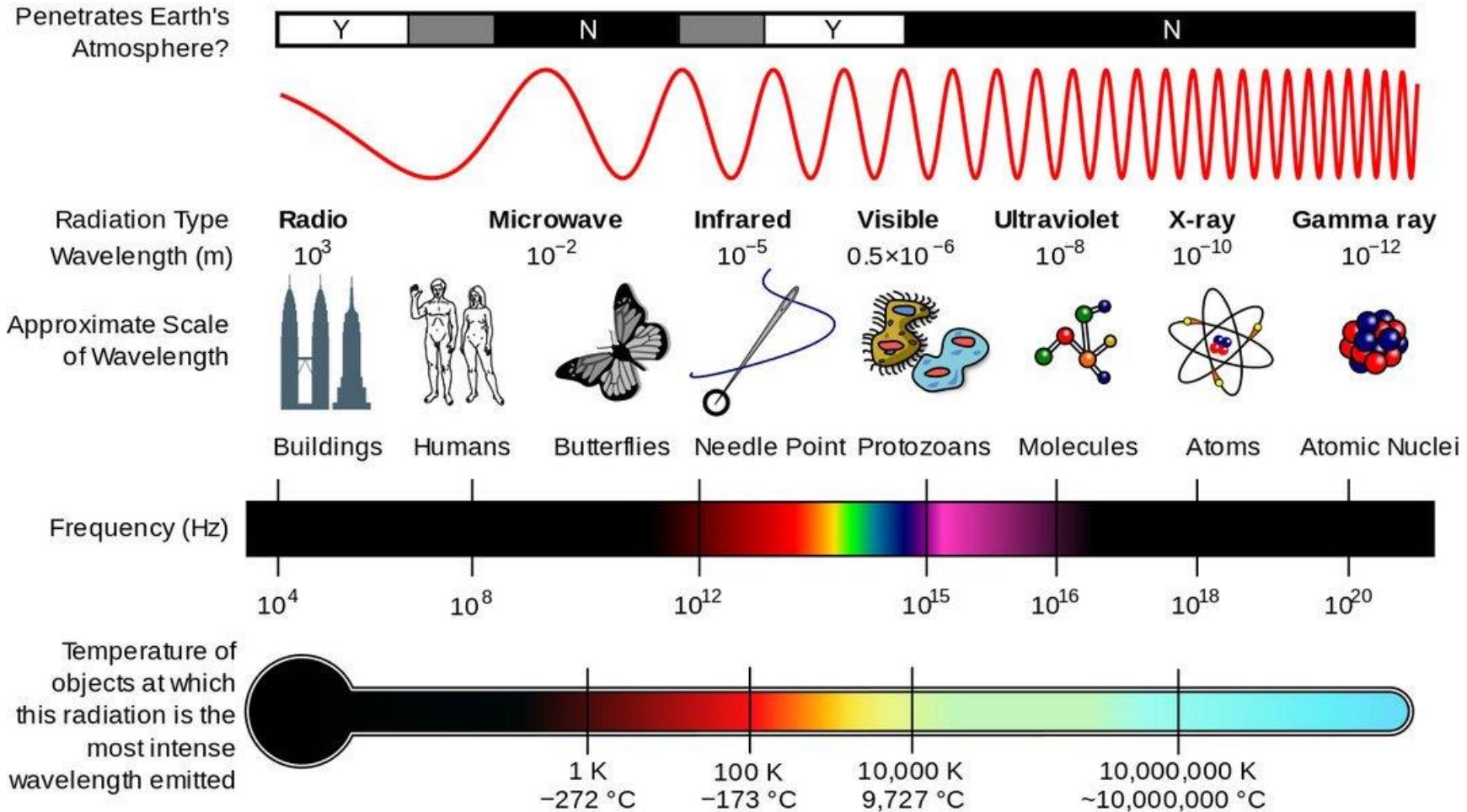
$$v = f\lambda$$

v Velocidade da luz

f Frequência

λ Comprimento de onda

Camada Física

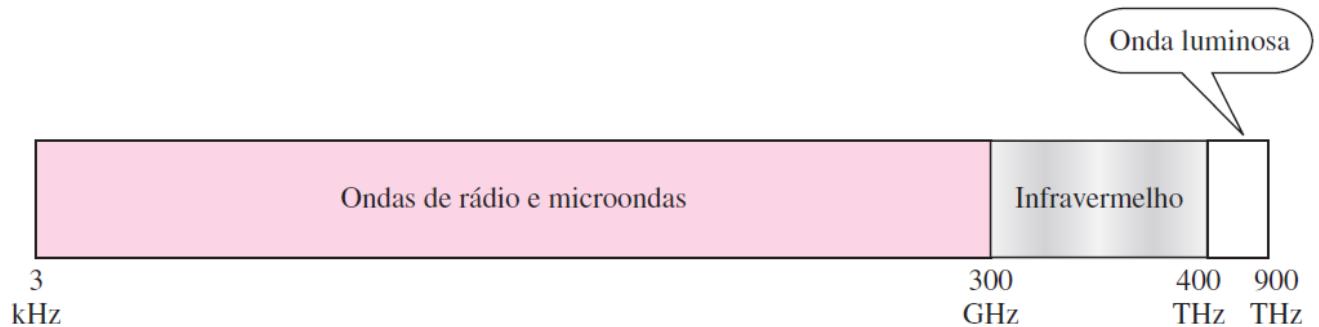


Fonte: <https://i1.wp.com/hisour.com/wp-content/uploads/2018/03/Electromagnetic-spectrum.jpg?fit=1079%2C640&ssl=1>

Camada Física

• POSSIBILIDADES DO ESPECTRO

- Rádio, micro-ondas, infravermelho e trechos luminosos do espectro podem ser usados na transmissão → realizando modulação
- Luz ultravioleta, raio X e raios gama, seriam opções melhores se não fossem difíceis de produzir e modular e serem perigosos aos seres vivos



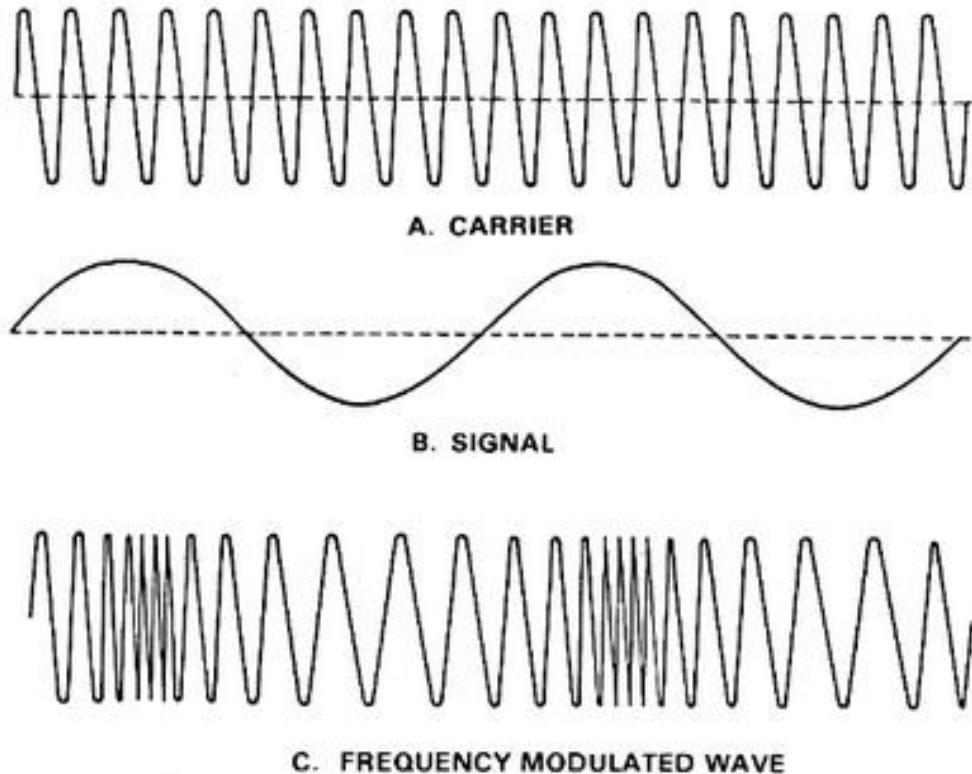
Camada Física

- **MODULAÇÃO**

- É a técnica onde as características da portadora (sinal que é modulado) são modificadas com a finalidade de transmitir as informações
- São feitas as alterações combinadas de frequência, amplitude ou fase
- A onda portadora modulada trafega por um canal de comunicações transportando toda informação

Camada Física

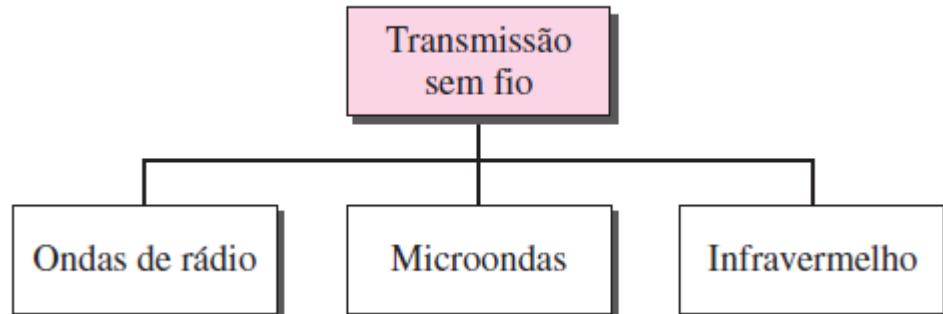
- **MODULAÇÃO**



Fonte: <http://1.bp.blogspot.com/-E5swowZdHaE/UYg8mhY8O-I/AAAAAAAAYl/FQFoVheU554/s1600/Sem+t%C3%ADtulo.png>

Camada Física

- **TRANSMISSÃO POR RADIO DIFUSÃO**
 - É a **transmissão** de ondas de radiofrequência que por sua vez são moduladas e se propagam eletromagneticamente através do espaço
 - Propriedades das ondas de rádio dependem da frequência



Camada Física

- **TRANSMISSÃO POR RADIO DIFUSÃO**
 - Frequências baixas
 - Atravessam obstáculos facilmente
 - Perdem potência com a distância → $1/r^3$
 - Frequências altas
 - Tendem a viajar em linha reta e ricochetear em obstáculos
 - São absorvidas pela chuva
 - Todas estão sujeitas a interferências por motores e outros equipamentos elétricos

Camada Física

- **ESPECTRO DE RADIOFREQUÊNCIA É DIVIDIDO EM VÁRIAS FAIXAS**

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

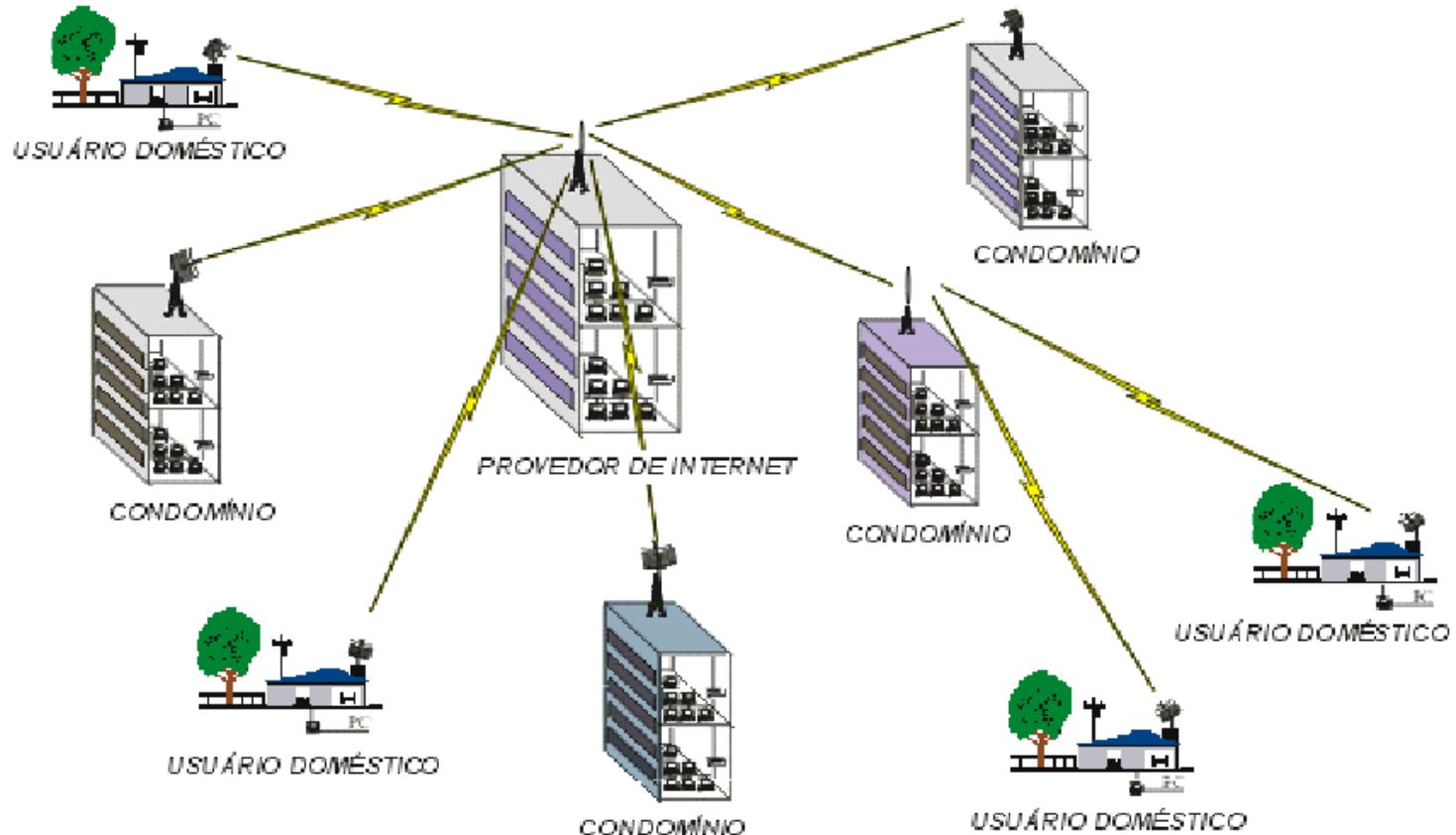
Camada Física

- **PROPAGAÇÃO**
 - A **propagação da radiofrequência** pode ser direta ou indireta
 - **Direta**
 - Quando o receptor *enxerga* o transmissor em qualquer ambiente, meio, no vácuo, ou em ambos
 - **Indireta**
 - Pode ser por diversas vias - Refração, reflexão ou condução, entre outras
 - A propagação de radiofrequência pode ocorrer nos meios físicos sólido, líquido, gasoso, no vácuo e no plasma

Plasma é um gás ionizado que tem um número suficientemente grande de partículas carregadas para blindar eletrostaticamente a si mesmo. É denominado o quarto estado da matéria.

Camada Física

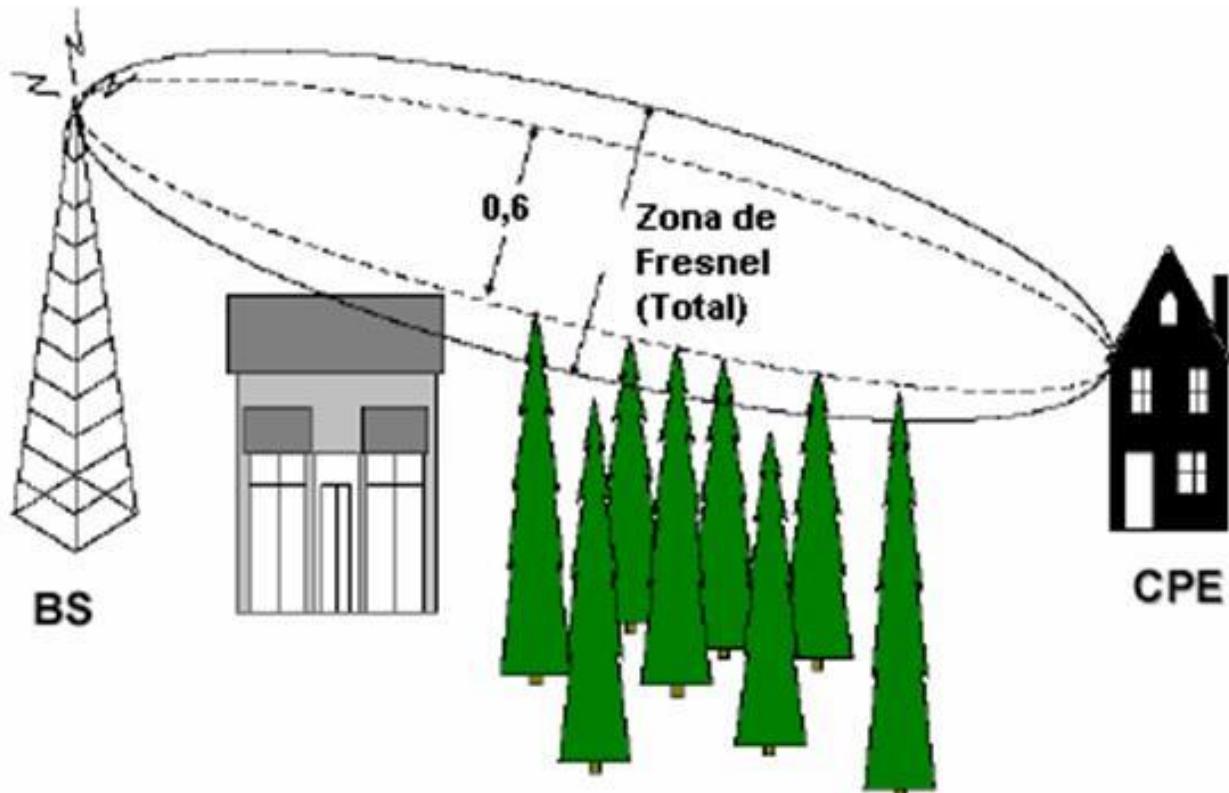
- PROPAGAÇÃO DIRETA



Fonte: http://2.bp.blogspot.com/_1RK1SdVOwCU/TK-t66zJhJI/AAAAAAAABs/r4s3KX_JywM/s1600/wirele10.gif

Camada Física

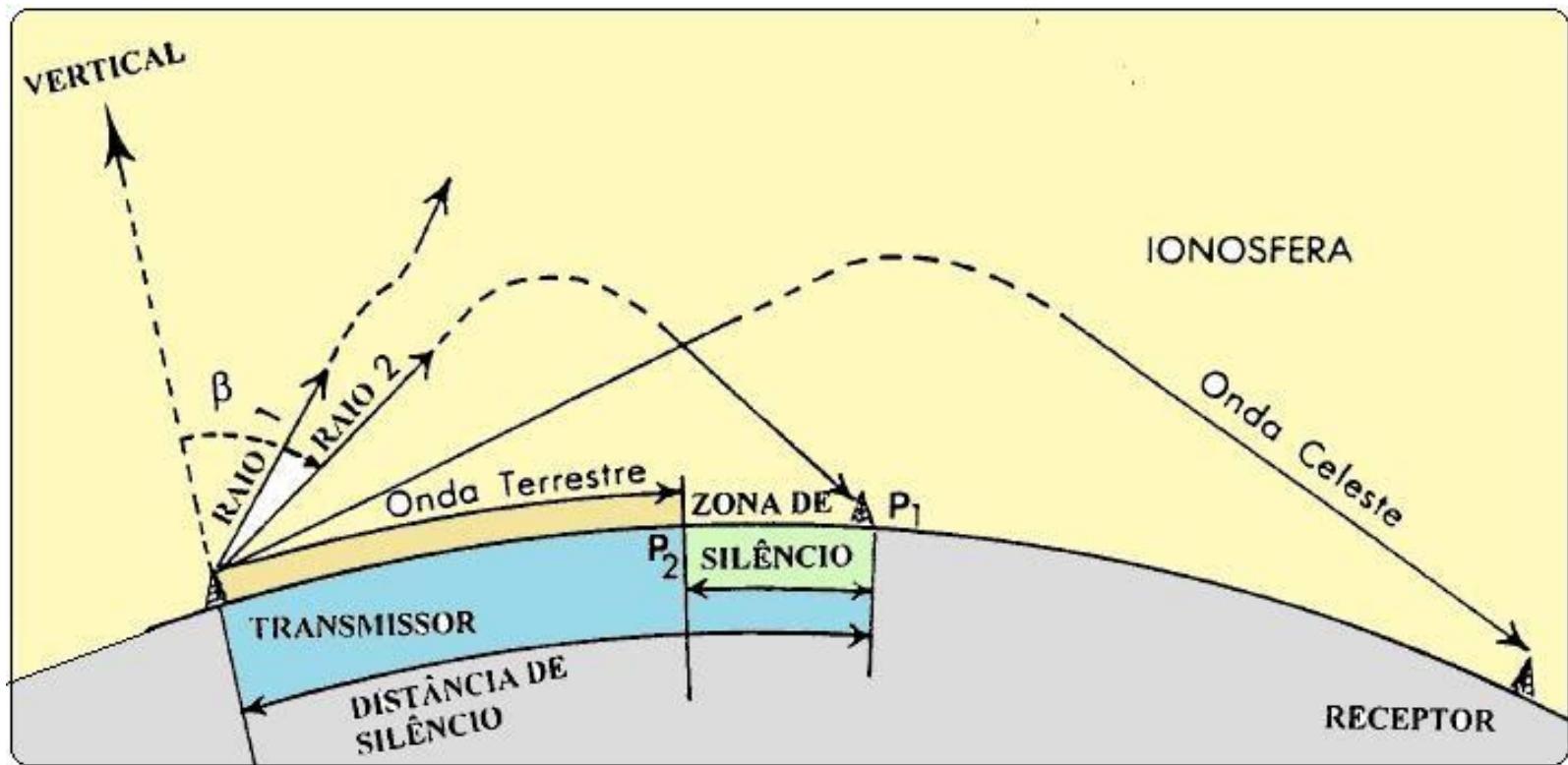
- TRANSMISSÃO DIRETA - INTERFERÊNCIAS



Fonte: http://www.decom.fee.unicamp.br/~silva/TCC_Wimax_arquivos/image020.jpg

Camada Física

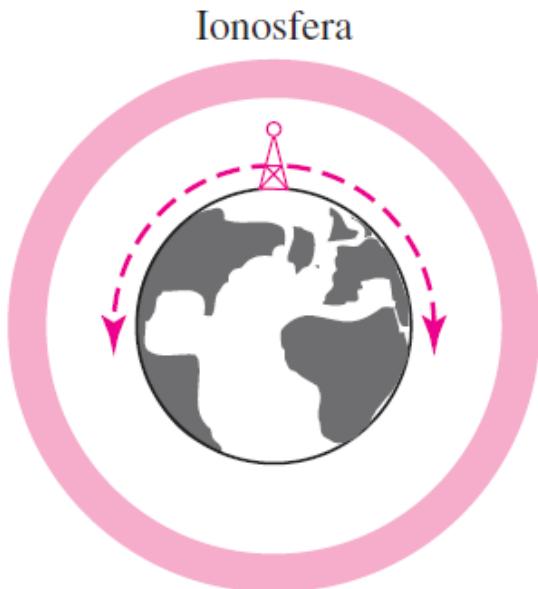
- TRANSMISSÃO INDIRETA



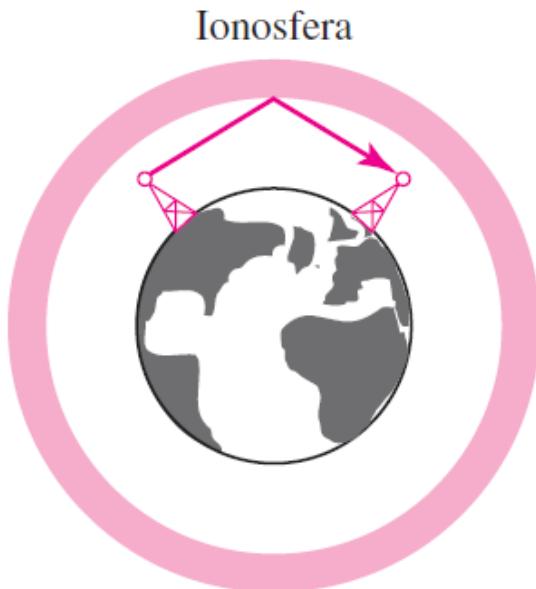
Fonte: https://sites.google.com/site/catalaocml/_/rsrc/1257163683203/home/sistemas-apoio-navegacao/ssb-on-board/XNAV27.jpg

Camada Física

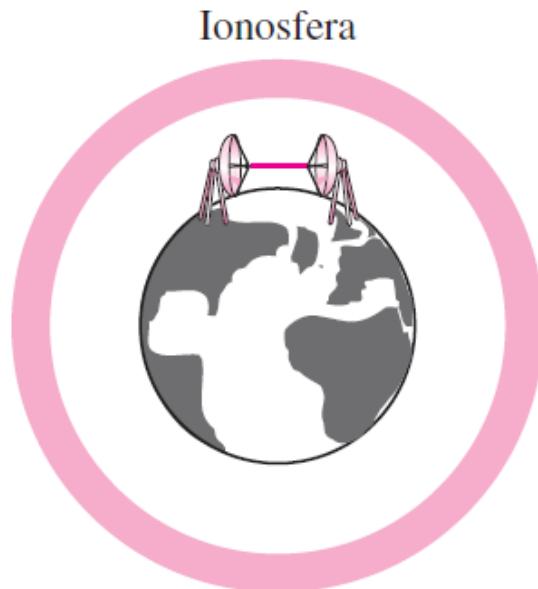
- TRANSMISSÃO



Ionosfera
Propagação terrestre
(abaixo de 2 MHz)



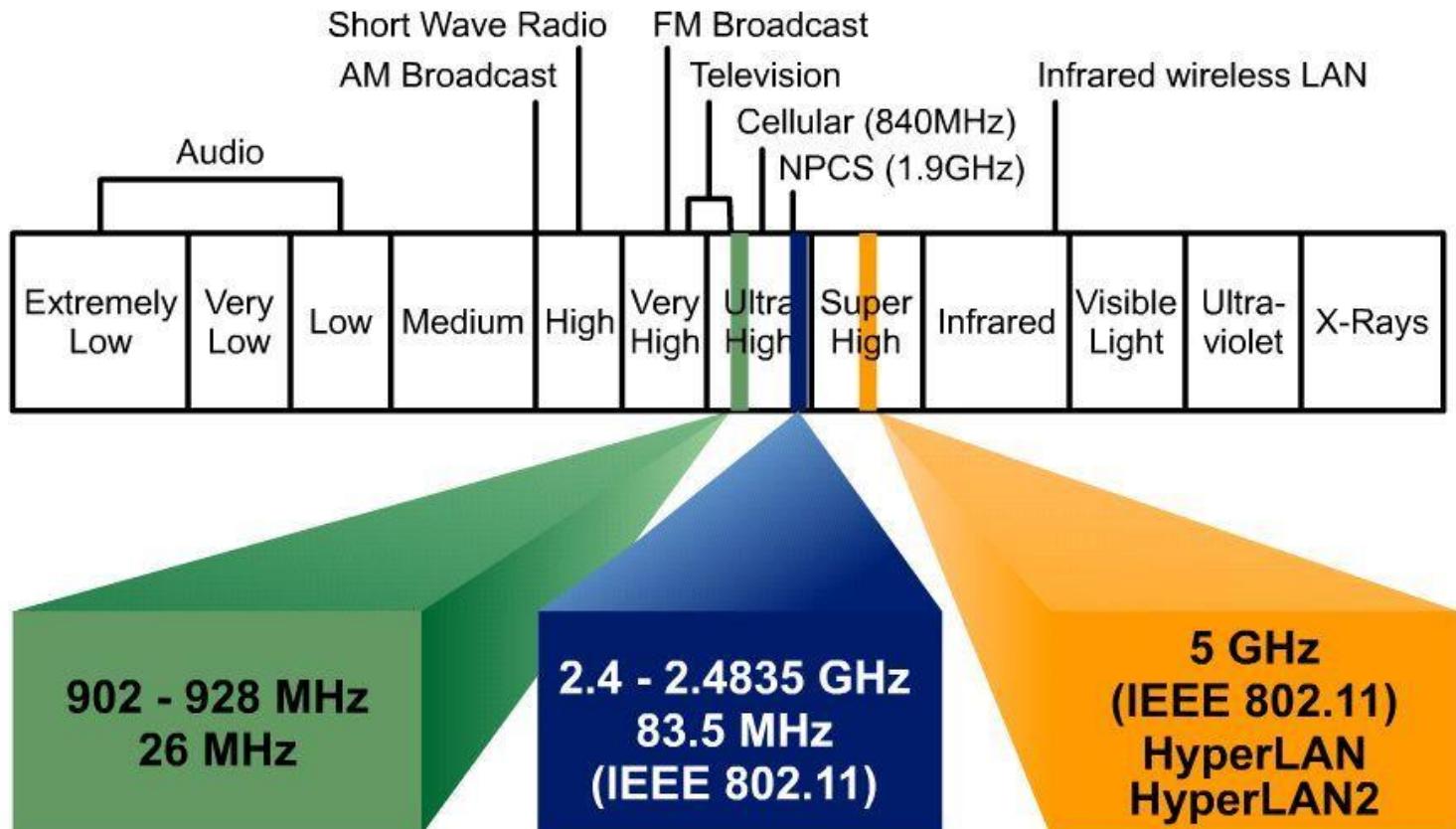
Ionosfera
Propagação ionosférica
(2-30 MHz)



Ionosfera
Propagação em linha
de visada (acima de 30 MHz)

Camada Física

- Bandas ISM (Industrial, Scientific and Medical)



Fonte: <https://i2.wp.com/www.peterpaulengelen.com/wp-content/uploads/2013/11/Wireless-radio.jpg>

Camada Física

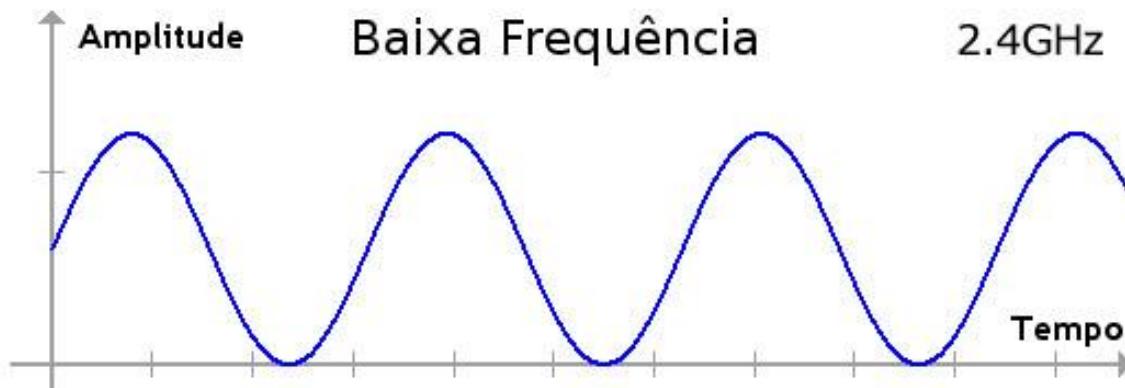
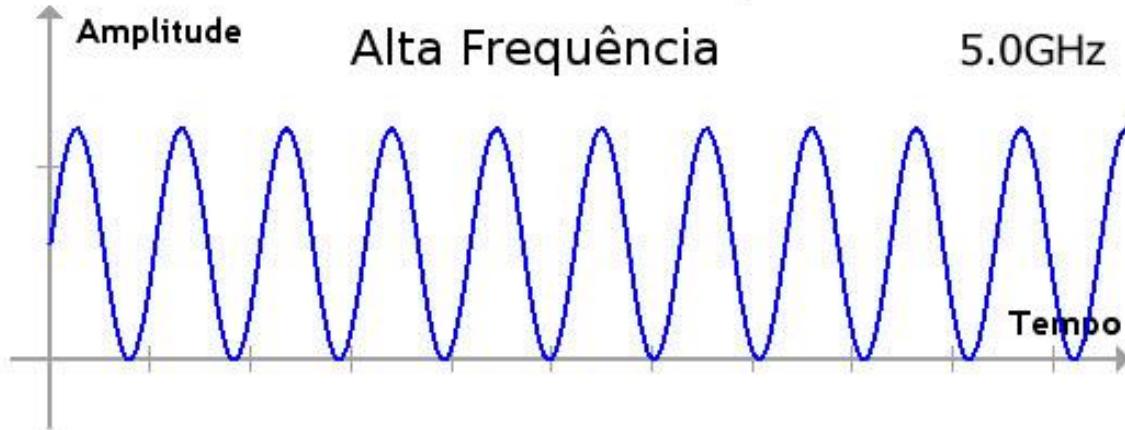
- **Wi-Fi**



- Termo que designa a tecnologia que permite **transmitir dados via internet sem a utilização de cabos**
- Nome dos desenvolvedores: Wi-Fi Alliance
- Padrão IEEE 802.11.
- A expressão wi-fi contida no nome Wi-Fi Alliance, é uma contração da expressão do idioma inglês **wireless fidelity**, que significa fidelidade sem fio

Camada Física

- Wi-Fi - Frequências



Fonte: <http://www.adrenaline.uol.com.br/files/upload/noticias/2014/01/kerber/frequencia.jpg>

Camada Física



- **Wi-Fi – Frequências**
 - Dois aspectos a serem considerados
 - Capacidade de banda, superior em frequências maiores, o que dá ao 5.0GHz vantagem
 - Frequências mais altas tem mais dificuldade de "penetração" através de objetos, o que torna o alcance do 2.4GHz superior, sem "parar" na primeira parede que encontrar
 - Analogia: Imagine que o 5.0GHz é um caminhão, que carrega muito mais coisas mas que, na primeira rua estreita, já não passa. O 2.4GHz é uma moto, que não tem tanta capacidade, mas chega mais longe.
 - A maioria dos roteadores operam em 2.4GHz, e há vários outros aparelhos em frequências próximas, como microondas e telefones sem fio, que podem interferir o sinal
 - O 5.0GHz é um espaço menos explorado, e que sofrerá menos interferência
 - Outro detalhe muito importante: nem todo dispositivo é compatível com os 5.0GHz

Camada Física

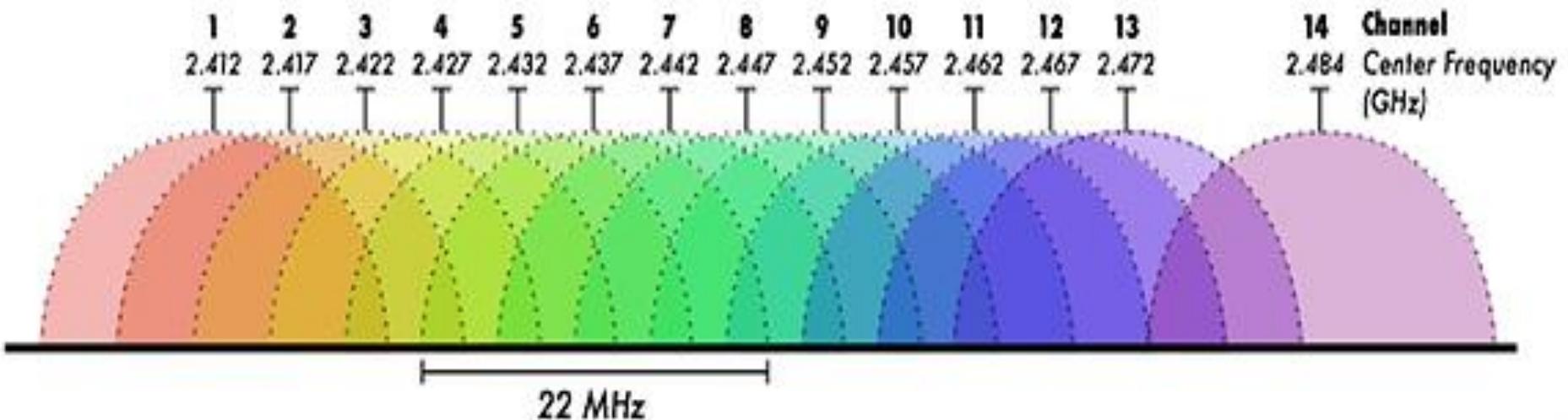
- Wi-Fi – Frequências



Fonte: <https://s3.amazonaws.com/cdn.freshdesk.com/data/helpdesk/attachments/production/16023318068/original/suxLhkutRxt8N3JPteJ2s1JvGFppqlUw.jpg?1530883584>

Camada Física

- Wi-Fi – Frequências

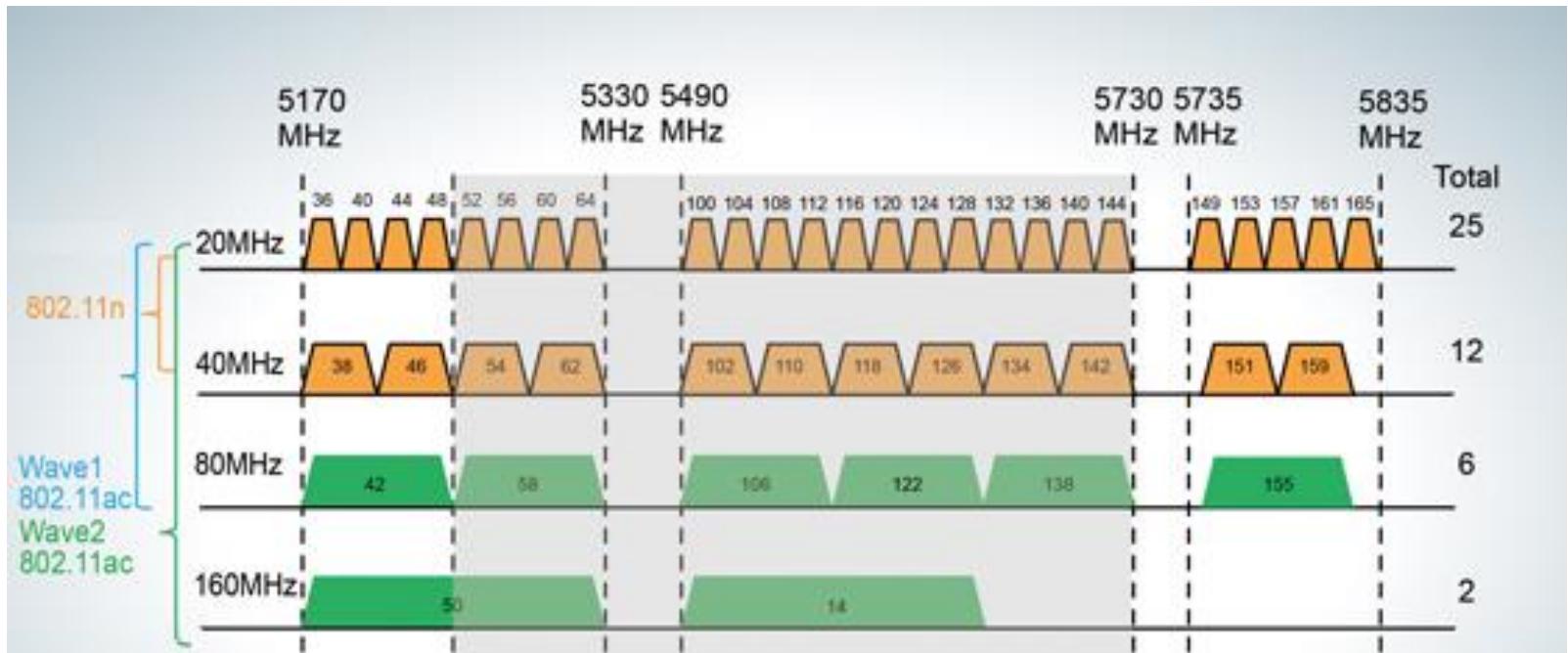


Fonte: https://static.wixstatic.com/media/a641b9_0b83bd312cfa44cda6874d1084d987ac~mv2.png/v1/fill/w_574,h_143,al_c,usm_0.66_1.00_0.01/a641b9_0b83bd312cfa44cda6874d1084d987ac~mv2.png

Camada Física



- Wi-Fi – Frequências



Fonte: http://s3.glbimg.com/v1/AUTH_c3907a0b1bc34e0195281f8cc56fbda7/forum_techtudo/2017/01/30/30823460-e716-11e6-bf36-0242ac11000d-CanaisWifi.png

Camada Física

- Wi-Fi – Frequências



1ª Geração

- Wi-Fi 1 | IEEE 802.11b
- Frequência 2.4 GHz
- Taxas 11 Mbps
- Modulação DSSS

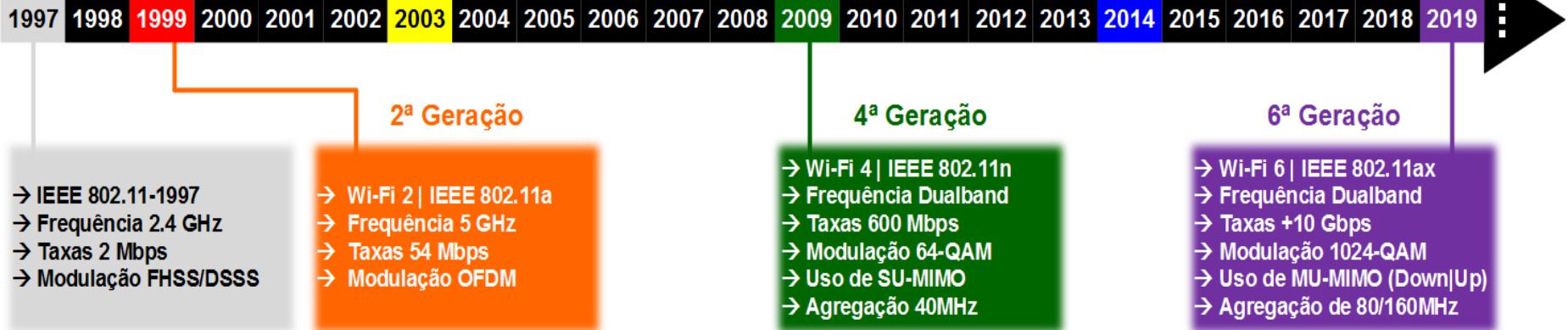
3ª Geração

- Wi-Fi 3 | IEEE 802.11g
- Frequência 2.4 GHz
- Taxas 54 Mbps
- Modulação OFDM

5ª Geração

- Wi-Fi 5 | IEEE 802.11ac
- Frequência 5 GHz
- Taxas 3.6 Gbps
- Uso de MU-MIMO (Down)
- Modulação 256-QAM
- Agregação 80/160 MHz

medium.com/ubntbr



Faixa: https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*uTslHMTM01IDVd_kh3xcJQ.png

Camada Física

- **Bluetooth**  **Bluetooth®**

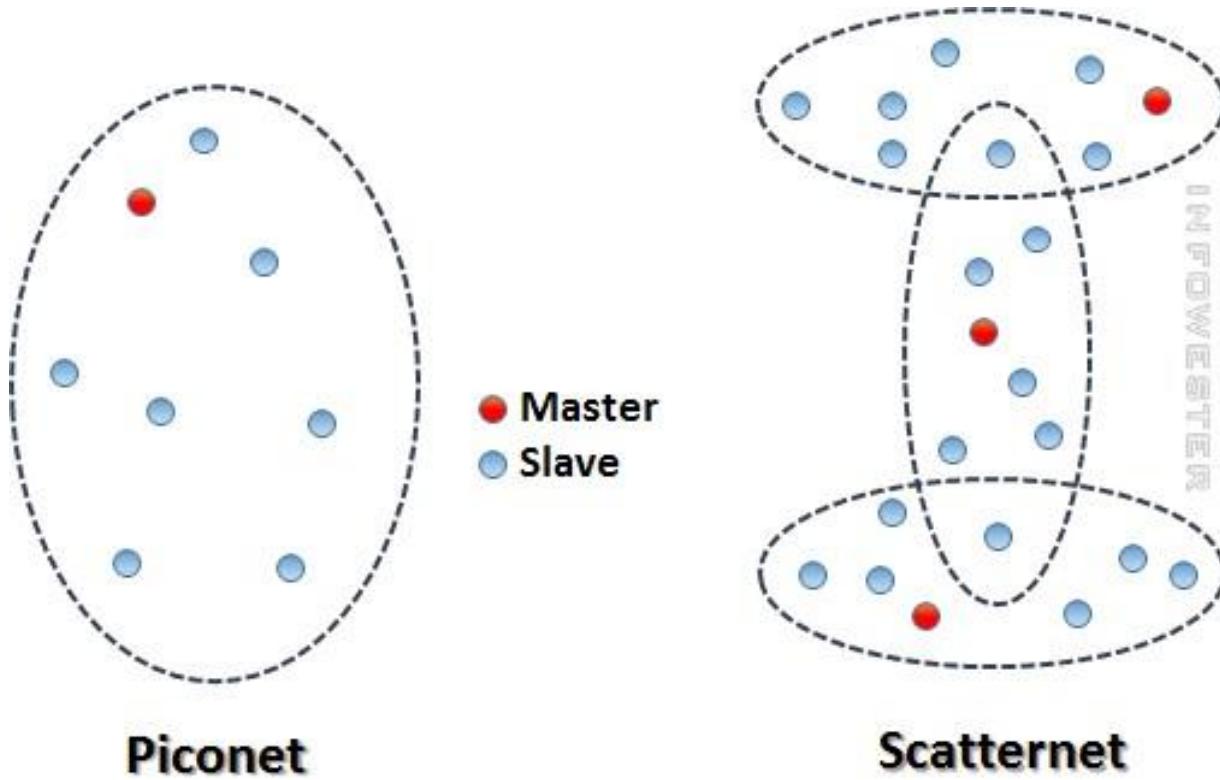
- Especificação de rede sem fio de âmbito pessoal (*Wireless personal area networks* – PANs)
- Provê uma maneira de conectar e trocar informações entre dispositivos como telefones celulares, notebooks, computadores, impressoras, câmeras digitais e consoles de videogames digitais através de uma frequência de rádio de curto alcance globalmente licenciada e segura
- As especificações do Bluetooth foram desenvolvidas e licenciadas pelo "Bluetooth Special Interest Group"
- Utiliza uma frequência de rádio de onda curta (2.4 GHz)

Camada Física

- **Bluetooth**  **Bluetooth®**
 - Dividido em três classes:
 - **Classe 1:** potência máxima de 100 mW (miliwatt), alcance de até 100 metros;
 - **Classe 2:** potência máxima de 2,5 mW, alcance de até 10 metros;
 - **Classe 3:** potência máxima de 1 mW, alcance de até 1 metro.
 - A rede bluetooth é denominada ***piconet***
 - Padrão IEEE 802.15

Camada Física

- Bluetooth  Bluetooth®



Fonte: https://www.infowester.com/img_art/piconet_scatternet.jpg

Camada Física

- **TRANSMISSÃO POR SATÉLITE**
 - Um sistema satélite é composto de um **Segmento Espacial** e um **Segmento Terrestre**
 - **Segmento Espacial**
 - É composto por um ou mais satélites e pelos equipamentos necessários às funções de suporte e operação dos satélites, tais como telemetria, rastreio, comando, controle e monitoração
 - **Segmento Terrestre**
 - É uma estação repetidora de microondas, repetindo sinais sobre grandes distâncias

Camada Física

- **TIPOS SATÉLITES**

- **Geoestacionários**

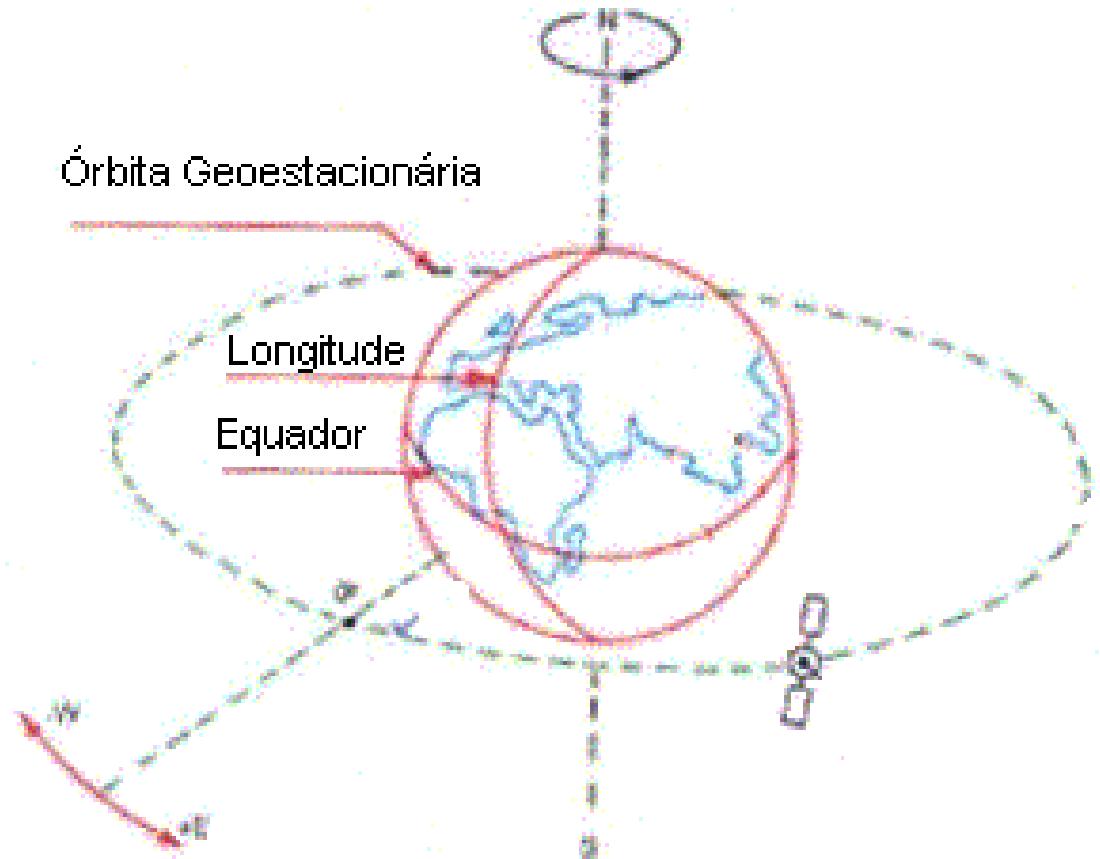
- Órbita 36000 Km
 - Velocidade de pelo menos 28.800 Km/h
 - Atraso propagação sinal

- **Baixa altitude**

- Posicionados próximo da terra
 - Mudam de lugar

Camada Física

- Satélite Artificial



Fonte: <http://www.sateliteaovivo.com/wp-content/uploads/2017/08/Sate%CC%81lite-Geoestaciona%CC%81rio.gif>

Camada Física

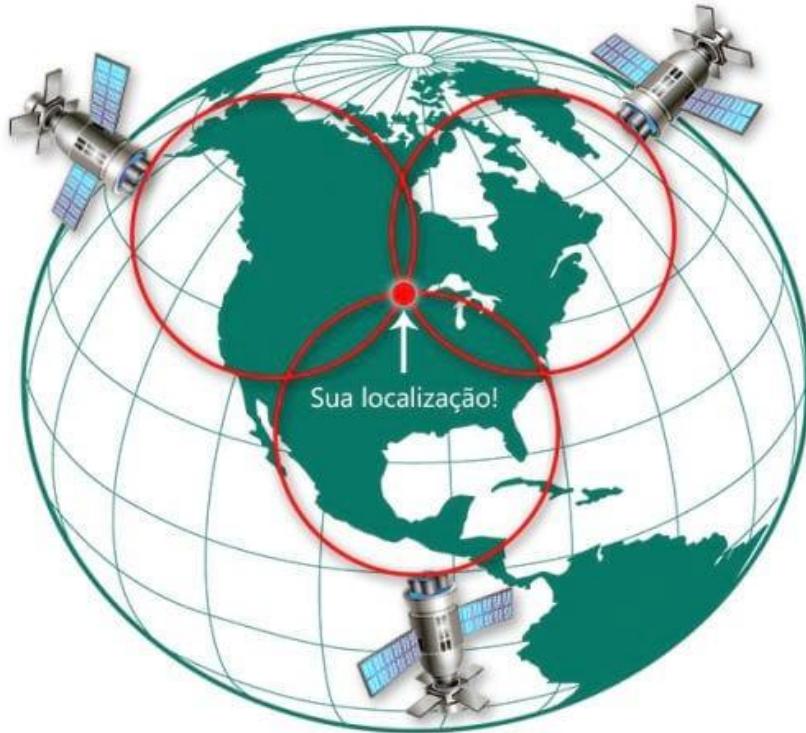
- Satélite Artificial



Fonte: http://d30p9ca83oqyng.cloudfront.net/defesanet/site/upload/news_image/2013/08/15072_resize_620_380_true_false_null.jpg

Camada Física

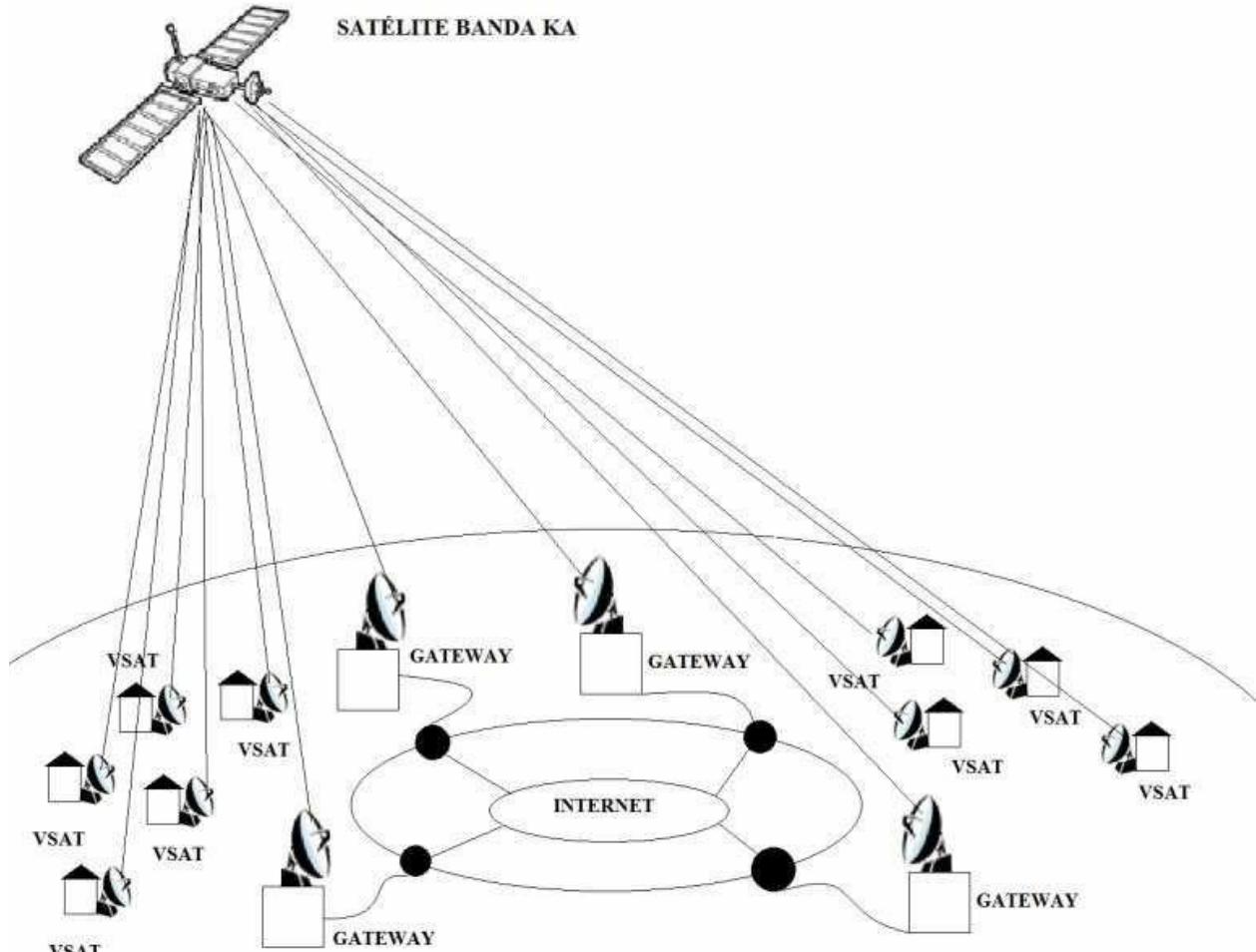
- Satélite Artificial



Fonte: <https://www.eletronamicrochip.com.br/wp-content/uploads/2017/03/satelite.jpg>

Camada Física

- TRANSMISSÃO SATÉLITE



Fonte: https://media.licdn.com/mpr/mpr/gcrc/dms/image/C4D12AQFilbkOujIBHw/article-cover_image-shrink_720_1280/0?e=1539820800&v=beta&t=5FjcTy2gb-m9EHdPCe-cCL9tV0tBeBLHPPD4f5nPQws

Camada Física

• RADIAÇÃO INFRAVERMELHA

- É uma parte da radiação eletromagnética cujo comprimento de onda é maior que o da luz visível ao olho do ser humano, porém menor que o das micro-ondas, consequentemente, tem menor frequência que a da luz visível e maior que a das micro-ondas
- O vermelho é a cor de comprimento de onda mais larga da luz visível, compreendida entre 1 milímetro a 700 nanômetros

Camada Física

- **INFRAVERMELHO**
- **Utiliza duas técnicas de transmissão:**
 - **DIRETA**
 - Equipamentos transmissores e receptores possuem taxa de transmissão limitada
 - Necessitam estar em linha reta para transmissão
 - **DIFUSA**
 - Sinais são enviados para várias direções

Camada Física

- **Infravermelho**
 - Vantagens
 - simples, baixo custo, disponível em dispositivos móveis
 - não é necessário licença
 - blindagem simples

Camada Física

- **Infravermelho**
 - Desvantagens
 - interferência pela luz solar, fontes de calor
 - Fácil bloqueio do Infravermelho
 - Pequena largura de banda

Camada Física

- **Infravermelho**
 - TAXAS DE TRANSMISSÃO

Taxa de Transferência	IrDA Data
	SIR (Serial IrDA) – Assíncrona, 9600 – 115200 bps
	FIR (Fast Serial IrDA) – Síncrona, até 4 Mb/s
	VFIR (Very Fast Serial IrDA) – Síncrona, até 16 Mb/s.

Camada Física

- **Infravermelho**

- ALCANCE

- O máximo é de pouco mais de 10 metros se não houver interferência da luz solar ou de fontes de calor na transmissão

Camada Física

Receptor de Controle Remoto
Infravermelho Universal



Adaptador Infravermelho para iphone e Android



Fonte: https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1TK_EPpXXXXXTXpXXq6xFXXXz/IR-Extensor-Receptor-de-Controle-Remoto-Infravermelho-Emissor-Repetidor-Adaptador-USB-para-TV-Set-Top-Box.jpg

Fonte:
<http://i0.statig.com.br/bancodeimagens/ex/xo/f7/exxof7oljbx31sfyina1t85u8.jpg>

REFERÊNCIAS



- SPURGEON, Charles E. **Ethernet: o guia definitivo.** Rio de Janeiro: Carr 2000.
- SOARES, Luiz Fernando G. **Redes de Computadores: das LANs, MANs e WANs às redes ATM.** Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- CARVALHO, Tereza Cristina Melo de Brito (Org.). **Arquitetura de Redes de Computadores OSI e TCP/IP.** 2. Ed. rev. ampl. São Paulo: Makron Books do Brasil, Brisa; Rio de Janeiro: Embratel; Brasília, DF: SGA, 1997.
- COMER, Douglas E. **Interligação em rede com TCP/IP.** 2. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. v.1.
- ARNETT, Matthen Flint. **Desvendando o TCP/IP.** Rio de Janeiro: Campus, 1997. 543 p.
- ALVES, Luiz. **Comunicação de dados.** 2. Ed. rev. ampl. São paulo: Makron Books do Brasil, 1994.
- DEFLER, Frank J. **Tudo sobre cabeamento de redes.** Rio de Janeiro: Campus, 1994
- www.laercio.com.br
- www.feiradeciencias.com.br

REFERÊNCIAS



- FOROUZAN, Behrouz A. **Comunicação de dados e redes de computadores.** 4. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.
- KUROSE, Jim F. ROSS, Keith W. **Redes de Computadores e a Internet.** Uma nova abordagem. 3. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2006.
- TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores.** 3. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- COMER, Douglas E. **Internetworking with TCP/IP. Principal, Protocolos, and Architecture.** 2.ed. New Jersey: Prantice Hall, 1991. v.1.
- OPPENHEIMER, Priscilla. **Projeto de Redes Top-down.** Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- GASPARINNI, Anteu Fabiano L., BARELLA, Francisco Rogério. **TCP/IP Solução para conectividade.** São Paulo: Editora Érica Ltda., 1993.
- Gigabit Ethernet White Paper
by Gigabit Ethernet Alliance (1997)
[http://www.gigabit-ethernet.org/
technology/whitepapers/gige_0997/papers97_toc.html](http://www.gigabit-ethernet.org/technology/whitepapers/gige_0997/papers97_toc.html)