

A camada física do modelo OSI fala sobre isso, ela apresenta aspectos relacionados à transmissão e a recepção dos dados através do meio, mais especificamente diz respeito à transmissão e recepção dos bits. Define as características elétricas, mecânicas, funcionais e operacionais para controlar as conexões físicas.

## 1. Características da Camada Física

A camada física do modelo OSI transporta os dados na forma de bits, organizados pelo quadro da camada de enlace, pelo meio físico de rede e os codifica na forma de sinais (onda elétrica, óptica ou de rádio) compatíveis com o meio de transmissão local.

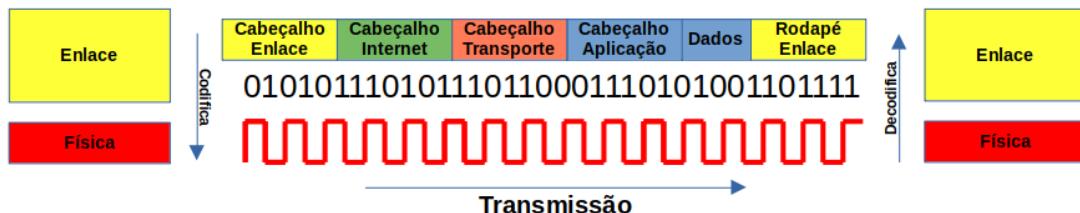


Fig. 1 - Processo de codificação, transmissão e decodificação da Camada Física Fonte: o autor

### 1.1. Padronização da Camada Física

Consiste dos componentes físicos, dispositivos de hardware eletrônico, mídia e outros conectores que transmitem os sinais que representam os bits. Há várias organizações nacionais e internacionais diferentes, além de organizações reguladoras de governo e empresas privadas envolvidas na padronização da camada física. dentre elas podemos citar:

- International Organization for Standardization (ISO)
- Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Association (TIA/EIA)
- União Internacional de Telecomunicações (ITU)
- Instituto Nacional de Padronização Americano (ANSI)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- Autoridades reguladoras de telecomunicações nacionais, incluem Federal Communication Commission (FCC) nos EUA e European Telecommunications Standards Institute (ETSI)

**OBS:** No Brasil esse papel é exercido principalmente pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas responsável pela confecção e adaptação de normas técnicas e pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, responsável pelas regulamentação e fiscalização dos padrões de qualidade da indústria nacional.

## 1.2 Sinalização

É o processo de gerar os sinais elétricos, ópticos ou sem fio (radio frequência) que representam os valores “1” e “0” no meio físico. A informação é transmitida pela alteração de um sinal padrão (portadora) por um processo chamado modulação do sinal analógico ou codificação do sinal digital respectivamente.

### 1.2.1. Codificação

Neste processo os bits codificados são inseridos diretamente no meio através de pulsos elétricos, de luz ou radiofrequência.

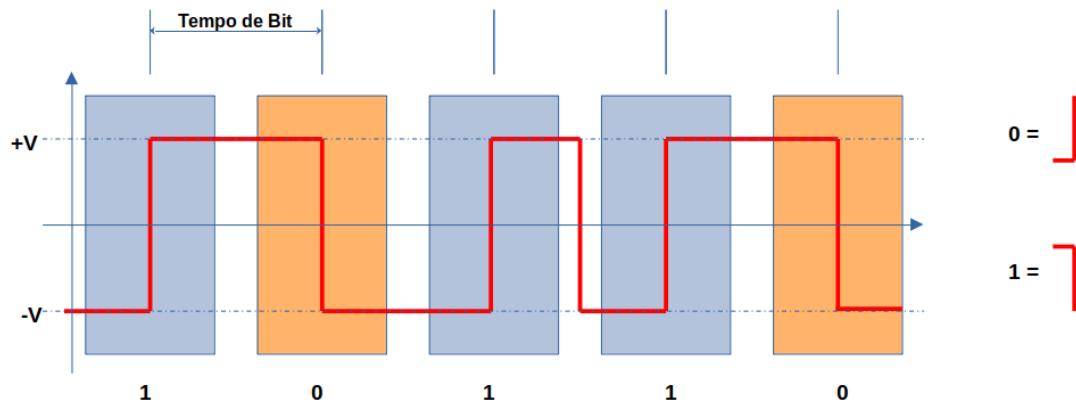


Fig 2 - Codificação Manchester Fonte: o autor

Esta é uma codificação por transição de estado, onde o bit 0 é representado por uma transição de alta para baixa voltagem, e um bit 1 por uma transição de baixa para alta voltagem. Ela ocorre no meio de cada período de bit, é usada em padrões Ethernet mais antigos, como o 10BASE-T. A Ethernet 100BASE-TX usa codificação 4B / 5B e 1000BASE-T usa codificação 8B / 10B, pois taxas de dados mais rápidas exigem uma codificação mais complexa.

### 1.2.2. Modulação

Neste processo, o sinal codificado (sinal modulante) modula, isto é, modifica uma ou mais características físicas (Amplitude, Frequência ou Fase) de uma onda chamada portadora.

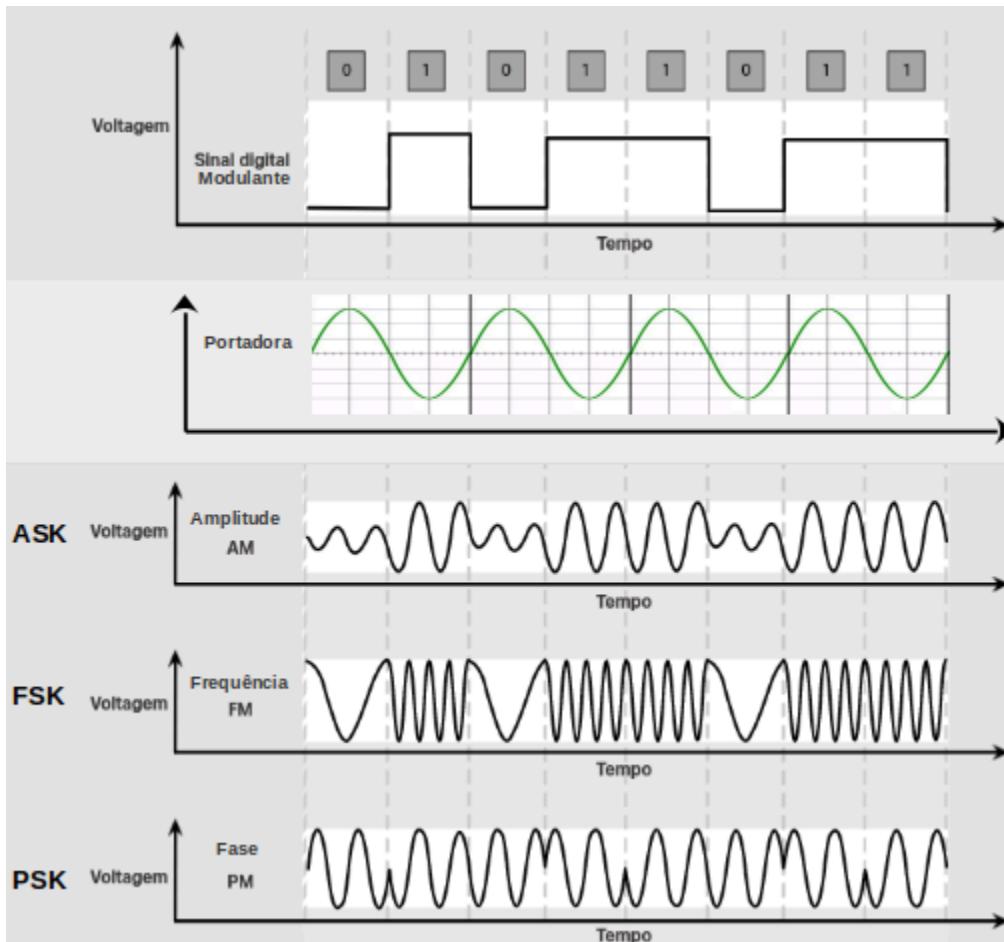


Fig. 3 - Principais técnicas de Modulação Fonte: o autor

- ASK - Amplitude Shift Keying
- FSK - Frequency Shift Keying
- PSK - Phase Shift Keying

### 1.3. Largura de Banda

Chamamos de largura de banda ou banda passante à capacidade de transmissão dados de um meio. Para sinais analógicos é dada pela faixa de frequência, medida em Hertz (Hz) que o sinal transmitido pode ocupar. Em sinais digitais, a largura de banda digital mede a quantidade de dados que podem fluir de um lugar para outro durante um determinado tempo, e é normalmente medida em kilobits por segundo (kbps), megabits por segundo (Mbps) ou gigabits por segundo (Gbps).

**Tabela 1 - Unidades de Medida de largura de banda digital**

Unidade de Medida	Sigla	Equivalência
Bits por segundo	bps	Unidade fundamental
Quilobit por segundo	Kbps	$1 \text{ Kbps} = 1.000 = 10^3 \text{ bps}$
Megabit por segundo	Mbps	$1 \text{ Mbps} = 1.000.000 = 10^6 \text{ bps}$
Gigabit por segundo	Gbps	$1 \text{ Gbps} = 1.000.000.000 \text{ bps} = 10^9 \text{ bps}$
Terabit por segundo	Tbps	$1 \text{ Tbps} = 1.000.000.000.000 \text{ bps} = 10^{12} \text{ bps}$

#### 1.4. características da camada de Física

**1.4.1. Latência** - É o tempo necessário para os dados viajarem de um ponto a outro, incluindo atrasos. Este tempo inclui o tempo de transmissão do sinal nos meios de transmissão e o tempo de processamento nos dispositivos intermediários da rede ECDs.

**1.4.2. Taxa de transferência (Throughput)** - Taxa de transferência é a medida da transferência de bits através da mídia durante um determinado período. Geralmente a taxa de transferência não corresponde à largura de banda especificada nas implementações da camada física, sendo geralmente menor que a largura de banda devido a alguns fatores tais como:

- A quantidade de tráfego;
- O tipo de tráfego;
- A latência introduzida pelo número de dispositivos de rede encontrados entre a origem e o destino.

**Destaque:** Em uma rede com vários segmentos, a taxa de transferência não pode ser mais rápida que o link mais lento no caminho da origem ao destino. Por exemplo, se na sua residência ou SOHO sua rede interna trafega a 1Gbps e seu link de acesso à Internet é de 100Mbps, sua taxa de transferência não poderá exceder esse valor.

**1.4.3. Dados úteis (Goodput)** - Goodput é efetiva de transferência de dados em um determinado período. É determinada pela taxa de transferência menos a sobrecarga de tráfego para estabelecer sessões, reconhecimentos, encapsulamento e bits retransmitidos, e é sempre menor que a taxa de transferência, que geralmente é menor

do que a largura de banda.

## 2. Meios de Transmissão

### 2.1. Cabeamento de Cobre

O cabeamento de cobre é o tipo mais difundido de cabeamento usado nas redes hoje em dia, devido ao seu baixo custo, facilidade de instalação e baixa resistência à passagem da corrente elétrica. Nele os dados são codificados ou modulados e transmitidos na forma de sinais elétricos, uma interface de rede do dispositivo destino recebe o sinal que deve ser decodificado com êxito para se obter os dados enviados.

#### Fatores de degradação do Sinal

São fatores internos ou externos, que dificultam a transmissão, pela degradação do sinal original, dificultando sua recuperação no receptor.

- **Atenuação** - A atenuação é a medida da perda de potência do sinal ao longo do meio de transmissão, sua ação é função das características físicas do meio e da distância percorrida pelo sinal, a unidade de medida utilizada é o decibel (dB).

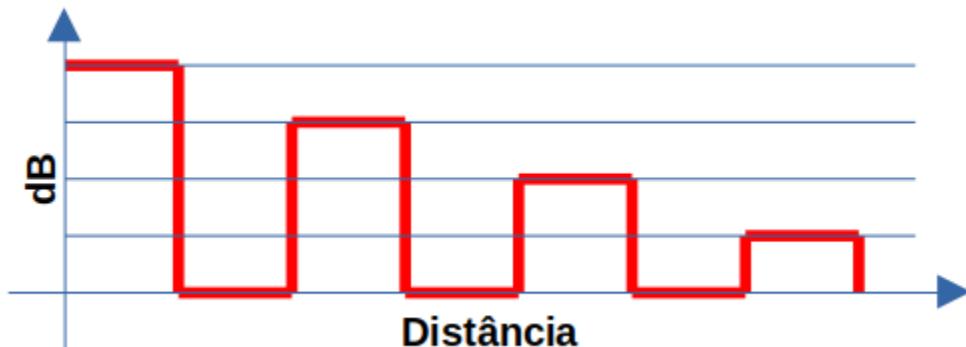


Fig. 4 - Atenuação fonte: o autor

- **Interferência EMI / RFI** - São influências externas devido a fontes de energia eletromagnéticas - EMI (Electromagnetic Interference) ou de rádio freqüência RFI (Radio-frequency Interference), tais como, motores, rádio transmissores, lâmpadas fluorescentes e até mesmo descargas atmosféricas (raios).

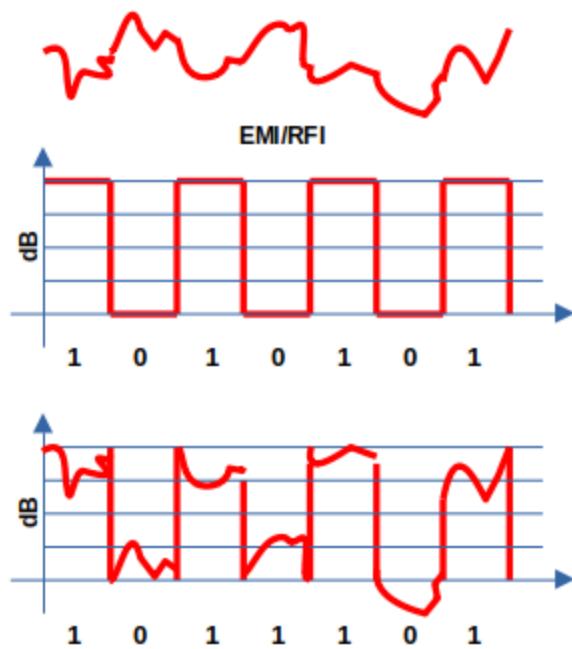


Fig. 5 - Interferência EMI/RFI fonte: o autor

Estas interferências distorcem os sinais, provocando alterações que podem torná-los inúteis.

- **Diafonia (crosstalk - linha cruzada)** - É uma perturbação causada pelos campos elétrico ou magnético de um sinal em um fio para o sinal em um fio adjacente. Quando uma corrente elétrica flui através de um cabo, ela cria um pequeno campo magnético circular ao redor do cabo, que pode ser captado por um cabo adjacente.

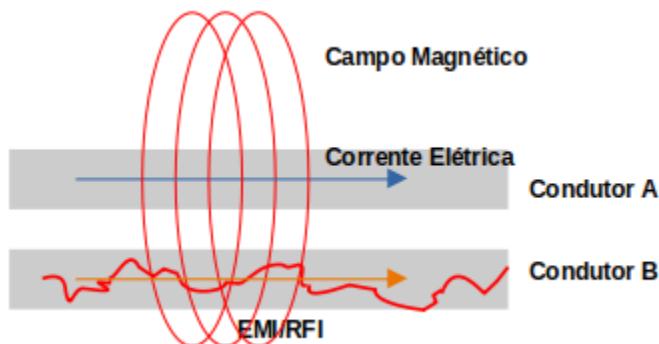


Fig. 6 - Diafonia

A ação conjugada dos fatores de degradação atuando em um sinal elétrico, podem contribuir para erros durante a transmissão.

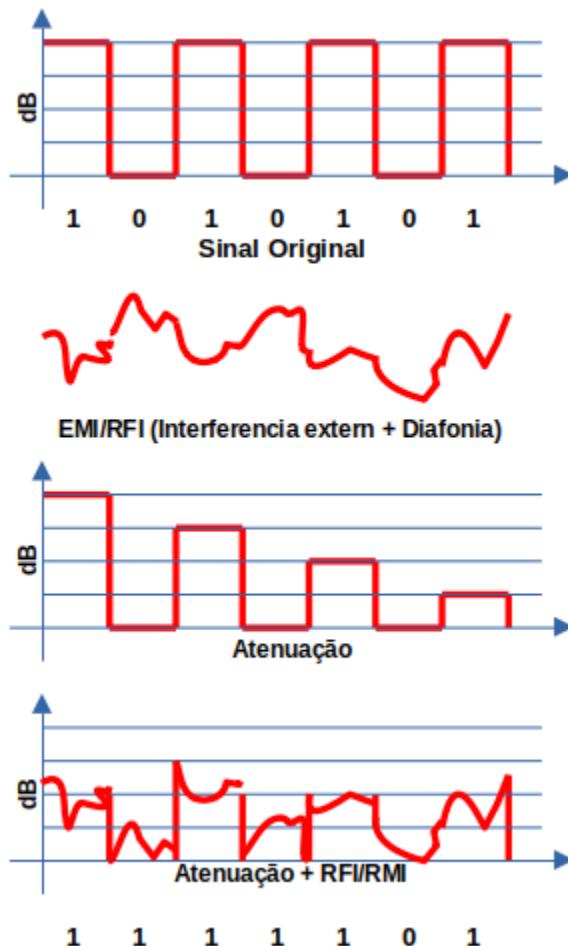


Fig. 7 - Ação dos fatores de degradação do sinal no cabo de cobre.

### 2.1.1. Cabo de Par Trançado sem Blindagem - (UTP - Unshielded Twisted Pair)

O cabeamento UTP é o meio físico de rede mais utilizado atualmente, este cabeamento é terminado com conectores RJ-45, é usado para interconectar hosts de rede com dispositivos de rede intermediários, como switches e roteadores. é composto por pares de fios trançados entre si (enrolados em espiral) e todos trançados juntos dentro de uma cobertura plástica externa. Variam quanto à quantidade de pares (2, 4 e 25), banda passante e atenuação. Apresentado na figura 8.





Fig. 8 - Cabo UTP fonte:<https://pt.dreamstime.com/>

Vantagens:

- Fácil manuseio;
- Baixo custo;
- Flexibilidade;

Desvantagens:

- Mais suscetível a interferência que o cabo coaxial

#### 2.1.1.1. Propriedades do cabeamento UTP

Quando usado como meio de rede, o cabeamento UTP é fornecido em quatro pares de fios de cobre com código de cores, trançados juntos e depois recobertos por uma capa de plástico flexível. O cabo UTP não usa blindagem para contrabalançar os efeitos de EMI e RFI. Em vez disso, utilizam a técnica de cancelamento, que consiste em trançar os fios do cabo UTP com o objetivo de mitigar a Diafonia. Nesta técnica os cabos trançados geram campos magnéticos de polaridade invertida cancelando um ao outro e evitando a indução de sinais nos fios adjacentes conforme ilustrado na figura 9.

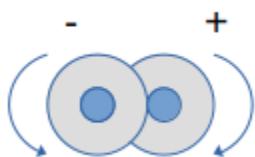


Fig. 9 - Técnica de cancelamento fonte: o autor

**Você sabia?**: Para aumentar ainda mais o efeito de cancelamento entre pares emparelhados, o número de torções de cada par de fios em um cabo variam para cada par. O cabo UTP deve seguir especificações precisas que orientam quantas tranças são permitidas por metro do cabo.

### 2.1.1.2. Padronização do Cabeamento UTP

Inicialmente o cabeamento de UTP foi padronizado em conformidade com os padrões estabelecidos conjuntamente pelos institutos norte-americanos TIA/EIA. A norma TIA/EIA-568, atualmente na versão D, estipula os padrões de cabeamento para instalações comerciais de redes locais e é o padrão mais usado em ambientes de cabeamento de LAN. Alguns dos elementos definidos são os seguintes:

- Tipos de cabos;
- Comprimentos do cabo;
- Conectores;
- Terminação de cabo;
- Métodos de teste de cabo.

Posteriormente foram estabelecidas normas internacionais pela ISO, com base nas normas americanas. No Brasil o cabeamento estruturado segue normas definidas pela ABNT com base nas normas ISO, listadas a seguir:

- ABNT NBR 14565:2019 – Cabeamento estruturado para edifícios comerciais (baseada na ISO/IEC 11801-1)
- ABNT NBR 16264:2016 – Cabeamento estruturado residencial (baseada na ISO/IEC 15018)
- ABNT NBR 16415:2015 – Caminhos e espaços para cabeamento estruturado (baseada na ISO/IEC 14763-2 e ISO/IEC 18010)
- ABNT NBR 16521:2016 – Cabeamento estruturado industrial (baseada na ISO/IEC 24702)
- ABNT NBR 16665:2019 – Cabeamento estruturado para data centers (baseada na ISO/IEC 11801-5)
- ABNT NBR 16869-1:2020 – Cabeamento estruturado – Parte 1: Requisitos para planejamento (baseada na ISO/IEC 14763-2)
- ABNT NBR 16869-2:2021 – Cabeamento estruturado – Parte 2: Ensaio do cabeamento óptico (baseada na ISO/IEC 14763-3)

As características elétricas do cabeamento UTP são definidas pelo Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica (IEEE), que os classifica de com o desempenho,

sendo enquadrados nas categorias com base na largura de banda. A tabela 2 apresenta esta classificação:

<b>Tabela 2 - Categorias de cabeamento UTP</b>			
Categoria	Freqüência (MHz)	Distância (m)	Utilização
1	1	100	Voz
2	1	100	Terminais
3	10	100	Ethernet
4	20	100	Token Ring
5	100	100	Fast Ethernet/Gigabit Ethernet/ATM
5e	125	100	Gigabit Ethernet/ATM
6	250	100	ATM
6a	500	100	Gigabit Ethernet/10Gigabit Ethernet/
7	600	100	Gigabit Ethernet/10Gigabit Ethernet/
7a	1000	100	Gigabit Ethernet/10Gigabit Ethernet/
8	2000	30	40G Gigabit Ethernet

**Destaque:** As categorias 7 e 7a são inexistentes nas normas norte-americanas (ANSI/TIA) e pouco utilizadas naquele país. porém Alguns fabricantes produzem cabos que excedem as especificações da Categoria TIA/EIA 6a e os classificam nestas Categorias.

Os cabos em categorias mais altas são produzidos para suportar taxas de dados mais elevadas. À medida que novas tecnologias Ethernet com taxas na casa dos gigabit/s estão sendo desenvolvidas e adotadas, a Categoria 5e é agora o tipo de cabo minimamente aceitável, com a Categoria 6 sendo o tipo recomendado para novas instalações prediais. A figura 10 mostra a diferença na construção entre as categorias 5 /5e, e a categoria 6/6a.

	
<a href="https://pt.dreamstime.com/fotos-de-stoc-k-twisted-pair-do-cabo-image8057283">https://pt.dreamstime.com/fotos-de-stoc-k-twisted-pair-do-cabo-image8057283</a>	<a href="https://pt.dreamstime.com/cabo-azul-do-utp-computador-de-rede-image118186928">https://pt.dreamstime.com/cabo-azul-do-utp-computador-de-rede-image118186928</a>

Fig. 10 - Cabeamentos UTP Cat 5/5e e Cat 6/6a

Veja que a categoria 5/5e, possui quatro pares de fios torcidos e a 6/6a possui quatro pares de fios torcidos, cada um com um separador de plástico.

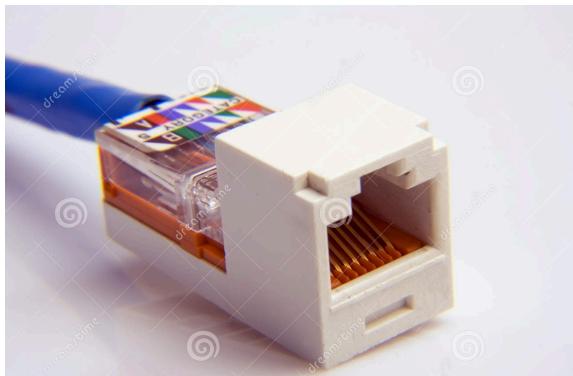
#### 2.1.1.3. Conectores para cabeamento UTP

O cabo UTP é terminado com um conector RJ-45. A figura 11 apresenta exemplos de conectores RJ45 macho e fêmea.



Download from  
Dreamstime.com

20005938  
Rdm | Dreamstime.com



Download from  
Dreamstime.com

3989251  
Farek | Dreamstime.com

<https://pt.dreamstime.com/fotos-de-stock-royalty-free-cabo-da-rede-inform%C3%A1tica-no-branco-image20005938>

<https://pt.dreamstime.com/imagem-de-stock-cabos-da-rede-de-dados-image3989251>

Fig. 11 - Conectores RJ45 macho e fêmea

O padrão TIA/EIA-568 descreve os códigos de cores de cabos para atribuição dos pinos (pinagem) para cabos Ethernet. A figura 12 apresenta as pinagens 568a e 568b.

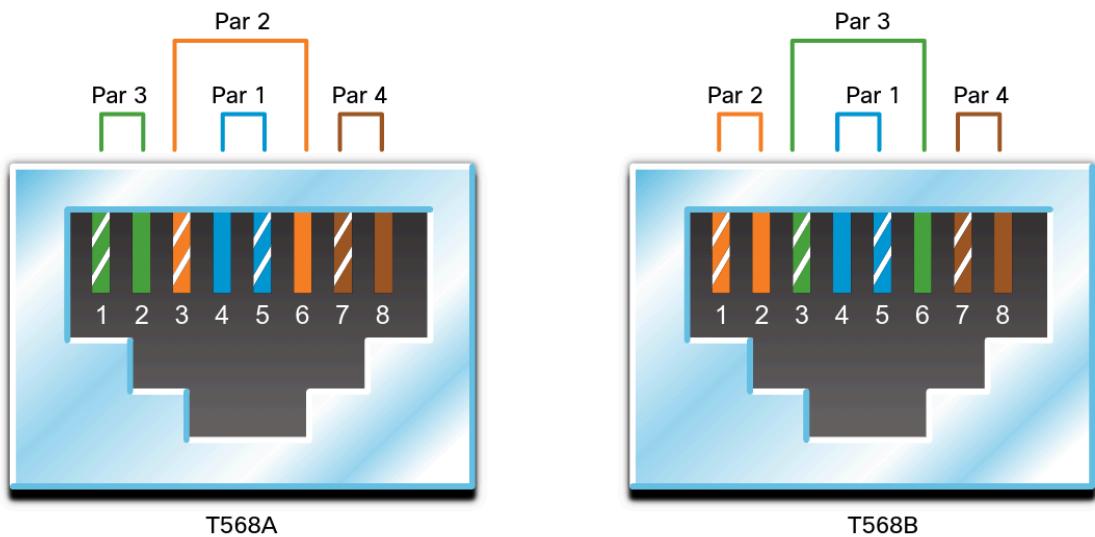


Fig.12 - Pinagens 568A e 568B para o conector RJ45 conforme TIA/EIA-568 Fonte: Academia Cisco CCNA1v7.03 item 4.4.3 Disponível em: [www.netacad.com](http://www.netacad.com) Acessado em: 10/6/2023

Ao utilizar as pinagens 568A e 568B certifique-se de que os componentes do cabeamento, os dispositivos intermediários ECDs e os equipamentos finais ETDs sejam compatíveis com a pinagem adotada. Além disso, dependendo da conexão entre os equipamentos ETD - ETD, ETD - ECD ou ECD - ECD será exigido que os cabos UTP sejam conectados de acordo com diferentes pinagens, isto é, os fios individuais do cabo deverão ser conectados em ordem diferente para conjuntos diferentes de pinos nos conectores RJ-45. Os principais tipos de pinagem obtidos com o uso de convenções de cabeamento específicas são:

- Cabo direto - O tipo mais comum de cabo de rede, nele os conectores em ambas as extremidades devem seguir a mesma pinagem 568A ou 568B. Geralmente é usado para conectar um host (ETD) a um switch (ECD).
- Cabo cruzado (Crossover) - Neste cabo um dos conectores usa a pinagem 568-A e o conector na outra extremidade a pinagem 568-B, sendo utilizado para conectar dispositivos semelhantes. Por exemplo, para conectar dois switches ou dois roteadores entre si (ECD - ECD) ou dois hosts a um host (ETD - ETD).

A figura 13 apresenta a esquematicamente os cabos direto e cruzado

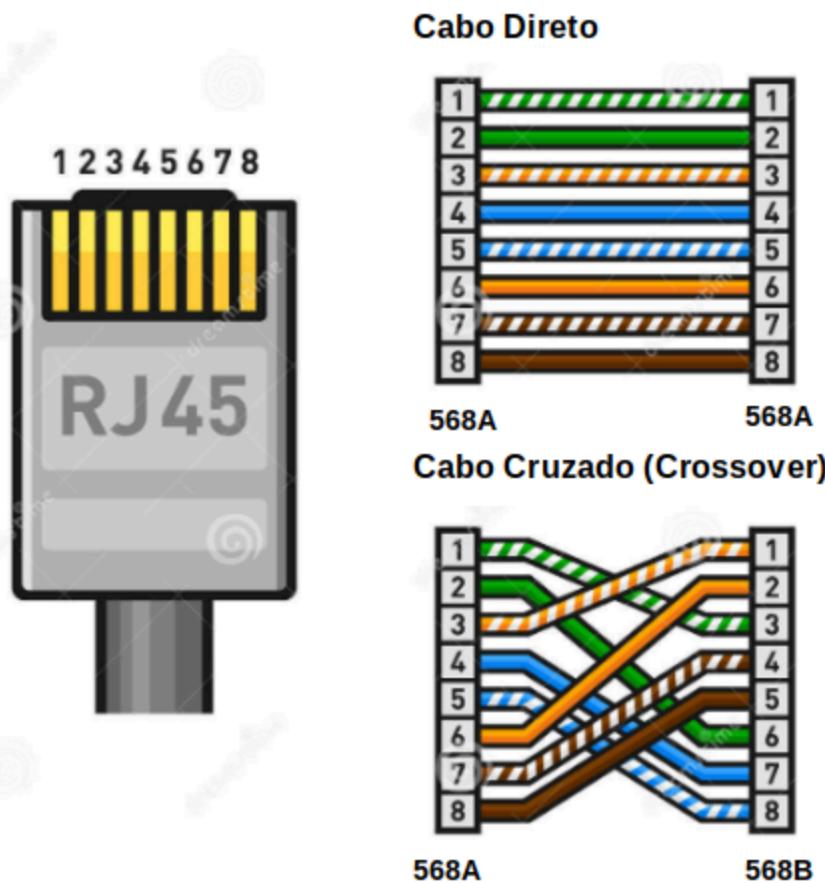


Fig. 13 - Cabo direto e cruzado fonte: o autor adaptado de  
[https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-c%C3%B3digo-de-cor-de-pinout-do-conector-dos-ethernet-em-linha-reta-e-o-cruzamento-rj-conecte-vetor-image83000103](https://pt.dreamstime.com/ilustra%C3%A7%C3%A3o-stock-c%C3%B3digo-cor-pinout-conector-dos-ethernet-em-linha-reta-e-o-cruzamento-rj-conecte-vetor-image83000103)

**Destaque:** O uso de cabos cruzados agora é considerado legado, pois as interfaces de rede - NICs usam o cruzamento de interface dependente da mídia (Auto-MDIX) para detectar automaticamente o tipo de cabo e fazer ou não o cruzamento interno.

### 2.1.2. Cabo de Par Trançado com Blindagem - (STP - Shielded Twisted Pair)

O cabo de par trançado blindado (STP) oferece maior proteção contra interferências EMI/RFI que o cabeamento UTP. e assim como o cabo UTP, usa um conector RJ-45. Estes cabos combinam as técnicas de blindagem para contrabalançar a EMI e a RFI, e cancelamento sendo trançados para conter a Diafonia. A figura 14 apresenta um exemplo de cabo STP.



Fig. 14 cabo STP fonte:  
<https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-pares-do-cabo-de-lan-cat-s-ftp-image99538125>

Para aproveitar totalmente a blindagem, os cabos STP são terminados com conectores de dados RJ45 blindados especiais, porém se o cabo não estiver devidamente aterrado, a blindagem poderá atuar como uma antena e captar sinais indesejados.

### 2.1.3. Cabo coaxial

O cabo coaxial é composto de um condutor interno circundado por uma camada de material isolante, envolta em uma malha metálica e uma cobertura externa, conforme mostrado na figura 15.

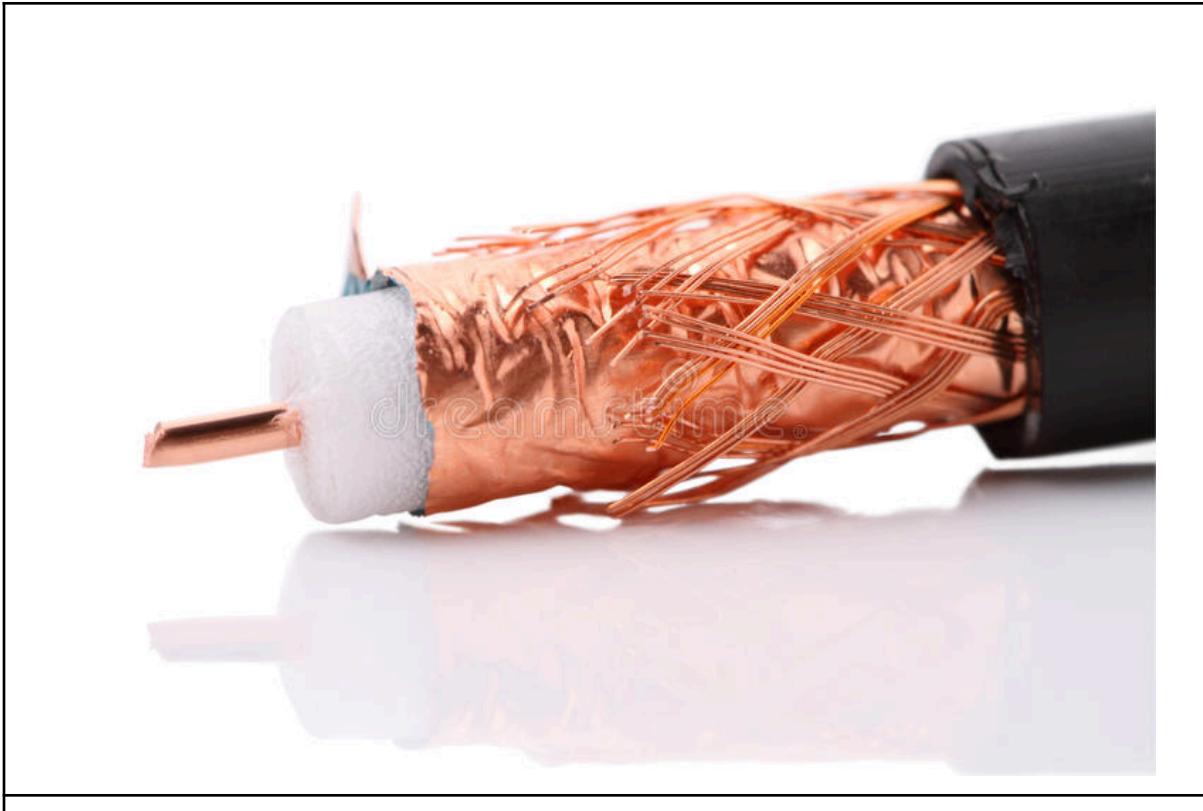


Fig. 15 - cabo coaxial fonte:  
<https://pt.dreamstime.com/imagem-de-stock-cabo-coaxial-image19195311>

O cabo coaxial consiste no seguinte:

- Um condutor central de cobre usado para transmitir os sinais eletrônicos.
- Uma camada de isolamento plástico flexível envolve um condutor de cobre.
- Uma malha de cobre e/ou uma folha metálica, esta malha tem função dupla, blindagem contra a interferência EMI/RFI externas.
- Todo o cabo é coberto com um revestimento para evitar danos físicos menores.

Há tipos diferentes de conectores utilizados com o cabo coaxial. Os conectores Bayonet Neill-Concelman (BNC), tipo N e tipo F são mostrados na figura 16.

		
ConeCTOR BNC	ConeCTOR tipo N	ConeCTOR Tipo F
<a href="https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-jaque-do-conector-de-bnc-com-cabo-image75629813">https://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-jaque-do-conector-de-bnc-com-cabo-image75629813</a>	<a href="https://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-n-tipo-conector-image14682764">https://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-n-tipo-conector-image14682764</a>	<a href="https://pt.dreamstime.com/tipo-conector-f-do-adaptador-image132059920">https://pt.dreamstime.com/tipo-conector-f-do-adaptador-image132059920</a>

Fig. 16 - ConeCTORES para cabo coaxial fonte: <https://pt.dreamstime.com>

Embora o cabo coaxial tenha sido substituído principalmente pelo cabo UTP nas modernas instalações de rede, o cabo coaxial ainda pode ser encontrado nas seguintes situações:

- Instalações sem fio - Os cabos coaxiais conectam antenas a dispositivos sem fio. O cabo coaxial transporta a energia de radiofrequência (RF) entre as antenas e o equipamento de rádio.
- Instalações de Internet a cabo - Os provedores de serviços a cabo fornecem conectividade à Internet para seus clientes, substituindo partes do cabo coaxial e suportando elementos de amplificação por cabo de fibra óptica. No entanto, o cabeamento dentro das instalações do cliente ainda é coaxial.

Vantagens:

- Relativamente imune a interferências eletromagnéticas;
- Rígidos, portanto, resistentes ao meio externo.

Desvantagens:

- Difícil manuseio, se comparados com o UTP, pois são mais rígidos.

## 2.2. Cabeamento de Fibra Ótica

O cabo de fibra óptica é capaz de transmitir dados por longas distâncias com grande largura de banda. Diferente dos fios de cobre, o cabo de fibra óptica utiliza a luz para representar (sinalização) os dados, por isso, pode transmitir sinais com menos atenuação e é completamente imune à interferência de EMI/ RFI. Devido ao seu alto custo não é tão amplamente utilizado como o cabeamento de cobre (cabos UTP), mas suas características de largura de banda e distância os torna a melhor opção em certas situações como por exemplo em backbones e redes de longa distância.

A fibra óptica é um fio flexível, extremamente fino e transparente de vidro muito puro, com um diâmetro não muito maior do que de um fio de cabelo humano, nele os bits são codificados como pulsos de luz, assim o cabo de fibra óptica atua como um guia de onda, ou “tubo de luz”, para transmitir luz entre as duas extremidades com o mínimo de atenuação.

### 2.2.1. Tipos de fibra ótica

Os cabos de fibra óptica se dividem em Multimodo e Monomodo, são dimensionados pelo diâmetro do núcleo e pelo diâmetro externo da fibra em micrôn, e em geral fornecidos com 1, 2, 4, 6, 8, 16, 32 dependendo do fabricante e com várias opções de corte 500, 1000, 1500, 2000 metros. Basicamente, dois tipos de fibra são utilizados nas conexões de rede, a fibra multimodo e a fibra monomodo.

**Fibra monomodo (SMF - Simple mode Fiber)** - Consiste em um núcleo com diâmetro muito pequeno e usa a tecnologia laser para enviar um único raio de luz, conforme mostrado na figura 17.

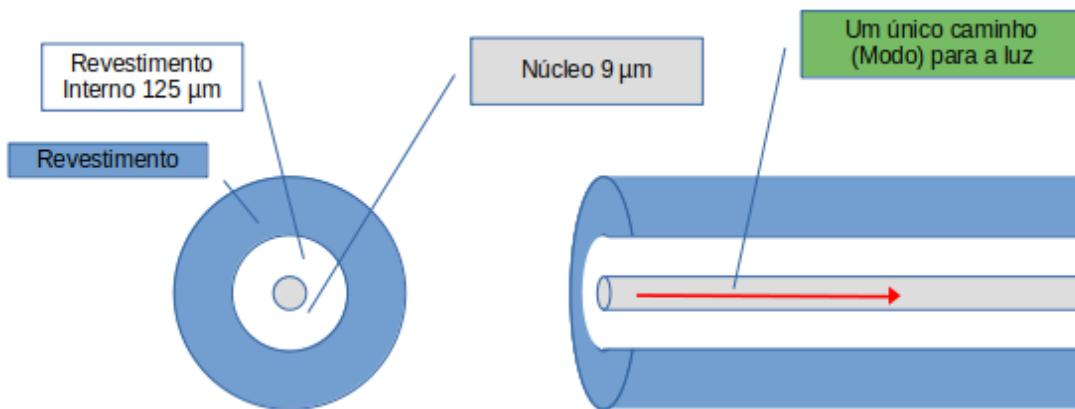


Fig. 17 - Fibra óptica monomodo fonte: o autor

O SMF é mais adequado para transmissões de longa distância que se estendem por centenas de quilômetros, como os exigidos em aplicações de longa distância, redes metropolitanas de grande velocidade e TV a cabo.

**Fibra multimodo - (MMF - Multimode Fiber)** - Consiste em um núcleo de diâmetro maior e usa emissores de LED para enviar pulsos de luz. A luz emitida de um LED entra na fibra multimodo em vários feixes (modos) com diferentes ângulos, como mostrado na figura 18.

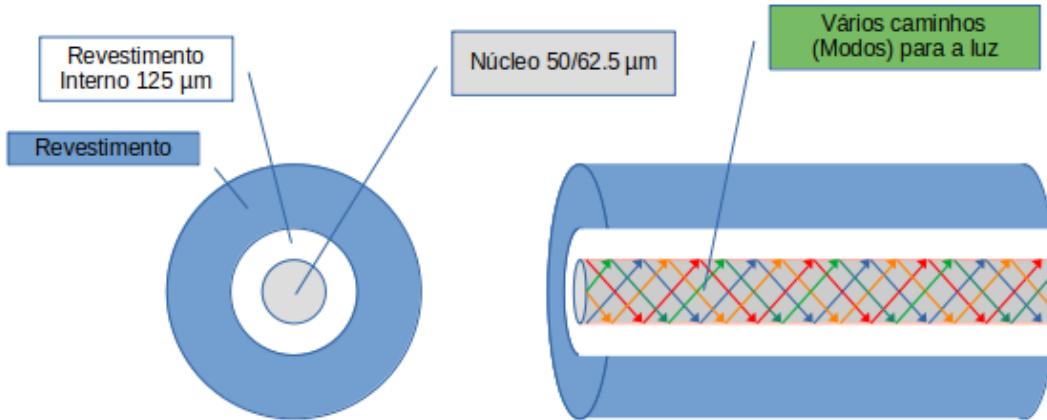


Fig.18 - Fibra ótica multimodo fonte: o autor

A reflexão e refração dos vários feixes no interior da fibra causam atenuação que determinam uma menor largura de banda e um alcance menor que a fibra monomodo, por isso, são mais utilizadas nas redes locais, fornecendo largura de banda até 10 Gb/s por links de até 550 metros. O fato de poder ser acionada por LEDs de baixo custo, também contribuem para isso.

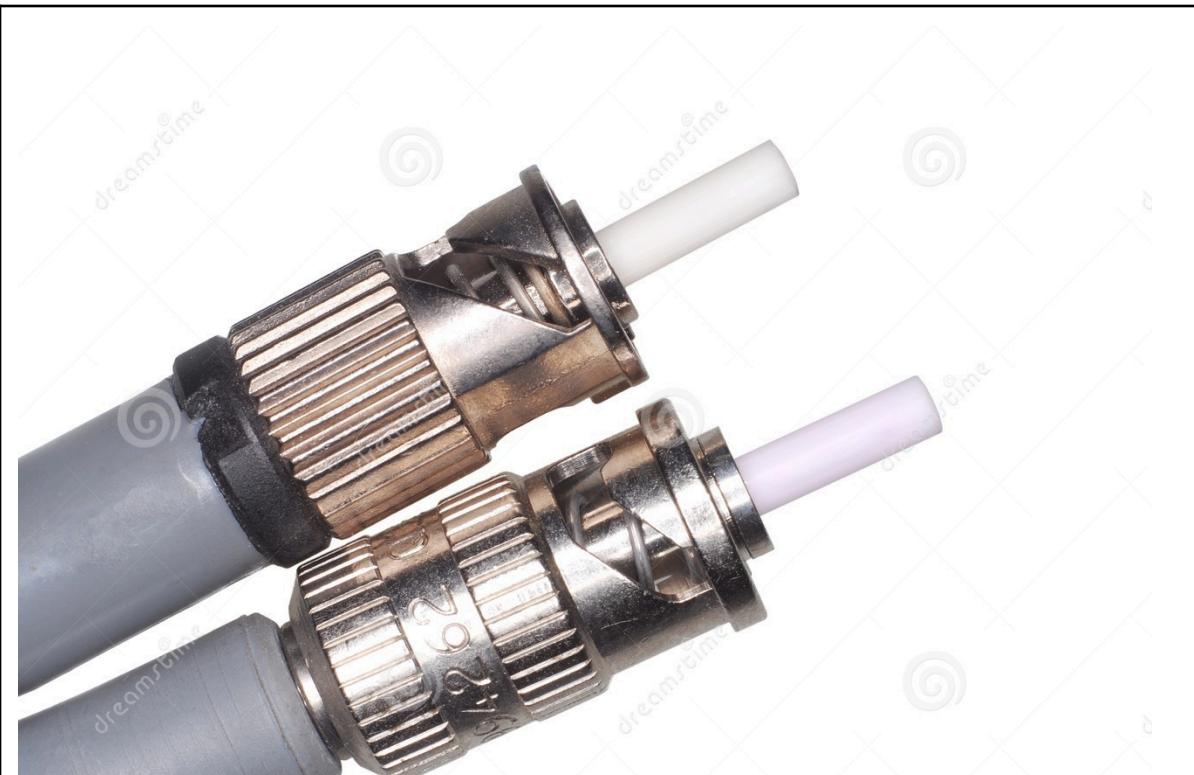
O cabeamento de fibra óptica é utilizado principalmente nas seguinte aplicações:

- Redes corporativas - Utilizado para cabeamento de backbone e dispositivos de infraestrutura de interconexão.
- FTTH (Fiber-to-the-Home) - Usado para fornecer serviços de banda larga para residências e pequenas empresas.
- Redes de longo curso - Utilizadas por provedores de serviços de telecomunicações para conectar países e cidades redes MAN e WAN..
- Redes de cabos submarinos - Utilizadas para fornecer soluções de alta velocidade e capacidade, capazes de suportar ambientes submarinos em ligações transoceânicas.

### 2.1.2. Conectores para cabos de fibra óptica

Um conector de fibra óptica termina a fibra e permite sua conexão na placa de rede (NIC) do dispositivo ou host, há uma variedade de conectores de fibra óptica disponíveis diferindo nas suas dimensões e os métodos de acoplamento.

**Conectores de Ponta Reta (Straight-Tip - ST)** - Foram um dos primeiros tipos de conectores usados, este conector apresentado na figura 19, utiliza uma ponteira de 2,5 mm e corpo redondo, trava firmemente com um mecanismo do tipo baioneta “Twist-on / twist-off”.



Download from  
Dreamstime.com

This watermarked comp image is for previewing purposes only.



ID 2643766

Tin | Dreamstime.com

Fig. 19 - Conector ST fonte:  
<https://pt.dreamstime.com/imagem-de-stock-royalty-free-conectores-do-st-da-fibra-%C3%B3ptica-image2643766>

**Conectores SC (Conectores de Assinante)** - Conhecido como conector quadrado, são amplamente adotados em LANs e WANs conforme mostrado na figura 20. Utiliza um mecanismo push-pull para garantir uma inserção positiva, e é usado tanto para fibra multimodo como para monomodo.



Download from  
Dreamstime.com

This watermarked comp image is for previewing purposes only.

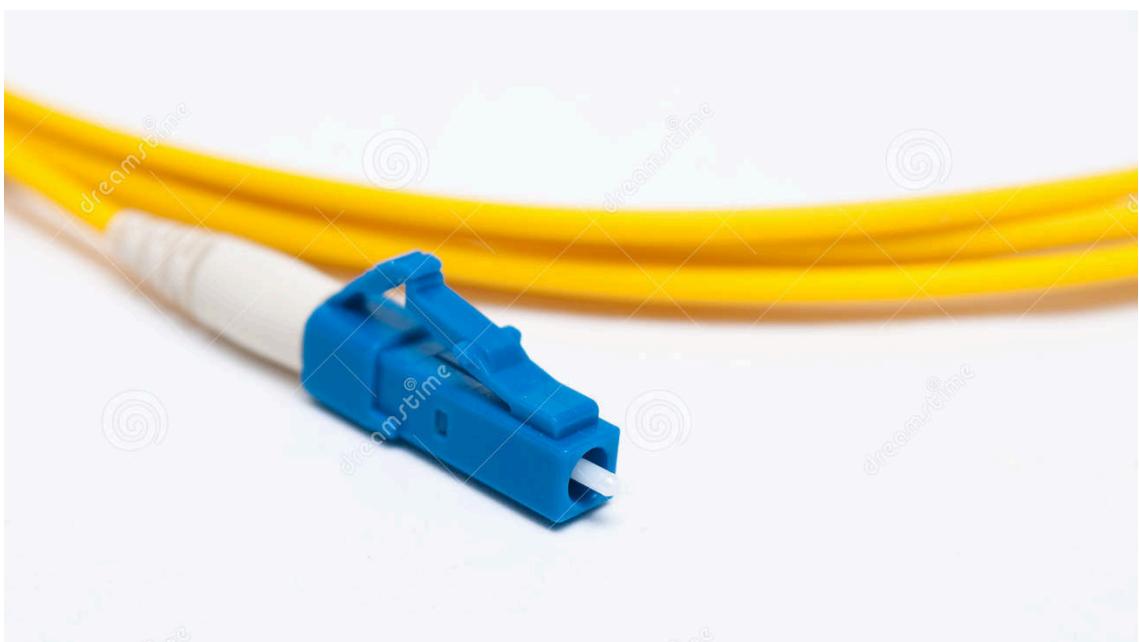
ID 6807449

© Alkorphoto | Dreamstime.com

Fig.20 - Conector SC fonte:

<https://pt.dreamstime.com/imagens-de-stock-royalty-free-conector-fibra-do-sc-image6807449>

Conectores Lucent (LC) Simplex - O conector LC simplex, mostrado na figura 21. é uma versão menor do conector SC, por sua boa performance, tem sido bastante utilizado em redes monomodo, mais comumente em transceivers 10 Gigabit Ethernet.



Download from  
Dreamstime.com

This watermarked comp image is for previewing purposes only.



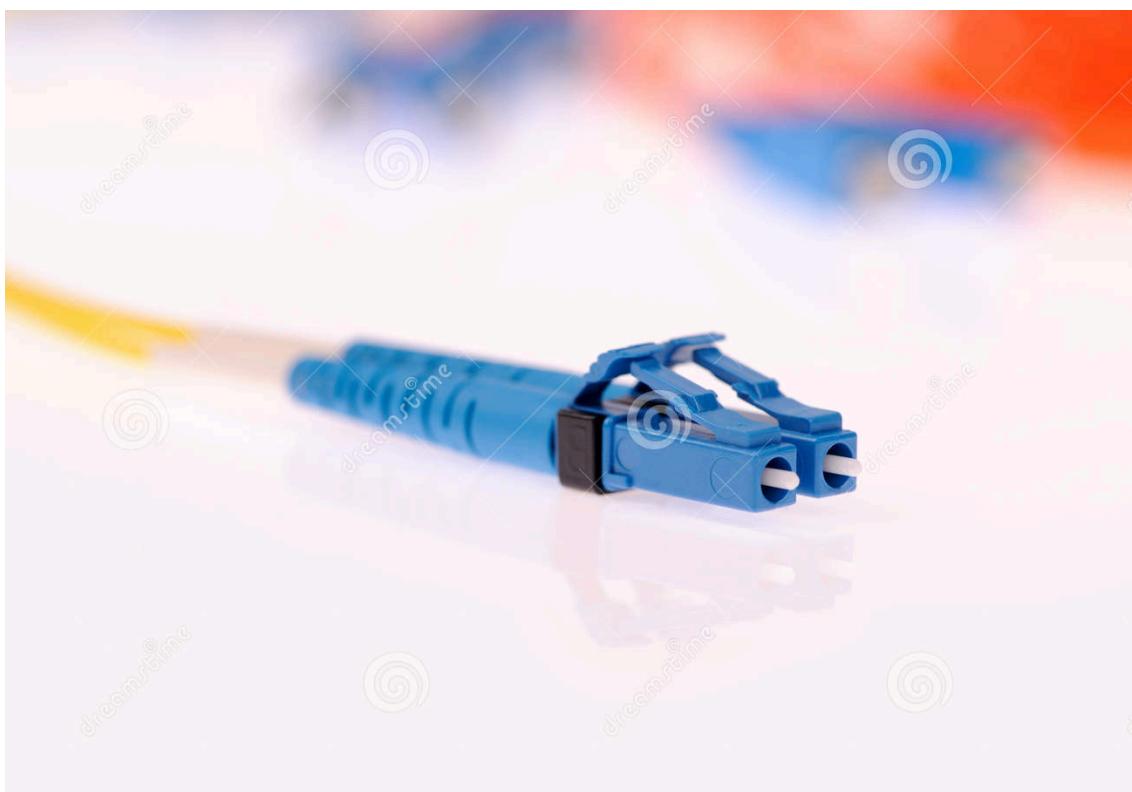
ID 23439732

Artushfoto | Dreamstime.com

Fig. 21 - Conector LC simplex fonte:  
<https://pt.dreamstime.com/fotografia-de-stock-cabo-de-correc%C3%A7%C3%A3o-de-programa-%C3%B3tico-do-lc-da-%C3%BArica-modalidade-image23439732>

Entre suas vantagens está o tamanho reduzido que possibilita alta densidade de porta e a possibilidade de rapidamente converte-los de um conector simplex para um conector duplex com o uso de um clipe.

**Conectores LC duplex** - Semelhante ao LC simplex , porém utiliza um conector duplex, como mostrado na figura 22



Download from  
**Dreamstime.com**

This watermarked comp image is for previewing purposes only.



ID 40046806

© Yulia Zelenenka | Dreamstime.com

Fig. 22 - Conector LC fonte:  
<https://pt.dreamstime.com/imagem-de-stock-royalty-free-cabo-de-remendo-lc-do-%C3%BAxico-mo-do-com-o-conector-azul-do-dobro-do-sc-image40046806>

**OBS:** Até recentemente, a luz só podia viajar em uma única direção na fibra óptica, logo duas fibras foram necessárias para suportar a operação full duplex. Assim, os cabos de conexão de fibra óptica são compostos por dois cabos de fibra óptica e os terminam com um par de conectores de fibra única ou um conector duplex. Padrões BX, como 100BASE-BX, usam comprimentos de onda diferentes (DWDM) para enviar e receber através de uma única fibra.

### 2.1.3. Fibra Versus Cobre

Há muitas diferenças entre os cabeamento de cobre UTP e o de fibra ótica o que os fazem ser aplicados de forma diferente nas principais instalações de redes corporativas existentes. A tabela 3 apresenta algumas dessas diferenças.

**Tabela 3 - Comparativo UTP versus Fibra Ótica**

Características	Cabeamento UTP	Cabeamento de fibra ótica
Largura de banda	10 Mb/s - 10 Gb/s	10 Mb/s - 100 Gb/s
Distância	Relativamente curto (1 a 100 metros)	Relativamente longo (1 - 100.000 metros)
Imunidade a EMI/RFI	Baixa	Alto (totalmente imune)
Custos de instalação	Menor	Mais alta
Habilidades necessárias para a instalação	Menor	Mais alta
Segurança	Menor	Mais alta

Atualmente, na maioria redes corporativas, a fibra óptica é usada principalmente como cabeamento de backbone para conexões ponto a ponto de alto tráfego entre instalações de dados, assim como a interconexão de edifícios em redes tipo campus.

## 2.2. Meios sem fio

Os meios sem fio (wireless) enviam e recebem sinais eletromagnéticos utilizando o próprio ar como meio de transmissão, são uma alternativa viável sempre que for difícil ou até impossível a instalação de cabos metálicos ou de fibra ou onde é exigida mobilidade dos usuários..

Os padrões, para camada física e de enlace para rede sem fio são definidos pelo IEEE e definem critérios relacionados a codificação de bits da camada de enlace para sinal de radiofrequência, potência do sinal, requisitos de recepção de decodificação do sinal, projeto e construção de antenas. Os principais padrões IEEE para redes sem fio são:

- Wi-Fi (IEEE 802.11) - LAN sem fio (WLAN), geralmente chamada de Wi-Fi, que é uma marca comercial registrada da Wi-Fi Alliance, permite que dispositivos se conectem sem fio por meio de uma LAN.
- Bluetooth (IEEE 802.15) - Este é o padrão para rede pessoal sem fio (WPAN) do IEEE, utiliza um processo de emparelhamento de dispositivo para se comunicar em distâncias de 1 a 100 metros.
- WiMAX (IEEE 802.16) - Esse padrão sem fio usa uma topologia ponto a multiponto para fornecer acesso à banda larga sem fio para redes WMAN.
- Zigbee (IEEE 802.15.4) - É uma especificação usada para comunicações de

baixa taxa de dados e baixa potência, curto alcance, e longa duração da bateria, é normalmente usado para ambientes industriais e de Internet das Coisas (IoT), como interruptores de luz sem fio e coleta de dados de dispositivos médicos.

Os benefícios das tecnologias da comunicação de dados sem fio, principalmente aqueles relacionados à redução dos custos do cabeamento local e a flexibilidade em função da mobilidade dos funcionários, são evidentes, porém administradores de rede devem desenvolver e aplicar políticas e processos de segurança rigorosos para proteger as WLANs contra acesso e danos não autorizados uma vez que os dados nestas redes trafegam no ar livre, e isso por si só, já traz um risco para a segurança.

### 3. Topologias Físicas de Rede

A topologia física descreve como os dispositivos finais e os dispositivos intermediários se conectam entre si (*layout*) da rede e são implementadas em função do tipo de conexão entre os dispositivos

**Ponto a ponto** - Neste tipo de conexão um dispositivo só pode se comunicar com um outro dispositivo. Quando dois dispositivos estão conectados ponto a ponto toda a capacidade de transmissão do meio fica reservada a estes dispositivos.



Fig. 23 - Conexão Ponto a Ponto fonte: o autor

**Multiponto (Ponto - Multiponto)** - Permitem que um dispositivo se comunique com dois ou mais dispositivos. Neste tipo de conexão o meio de transmissão e também sua capacidade de transmissão é compartilhado pelos dispositivos.

#### 3.1. Topologias de rede multiponto

**Barra** - É composta de um meio de transmissão linear ao qual todos os nós estão diretamente conectados. A barra deve ser "terminada" em ambas as pontas. A principal característica desta topologia é que os nós compartilham um único meio de transmissão, de forma que todo dado transmitido é recebido por todos os nós simultaneamente.

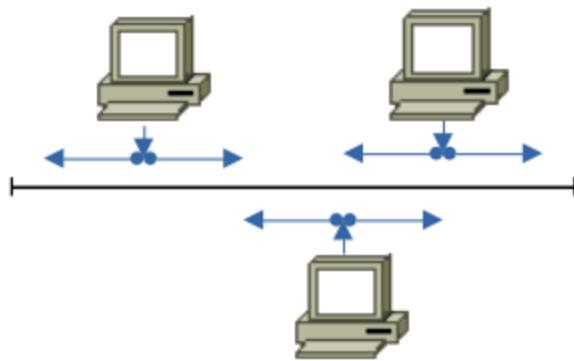


Fig 24 - Topologia em Barra fonte: o autor

**Anel** - Os dispositivos são conectados em série, formando um circuito fechado (anel). Os dados são transmitidos unidirecionalmente de nó em nó até atingir o seu destino. Também é possível uma topologia com anel duplo onde os dados são transmitidos simultaneamente em ambas as direções..

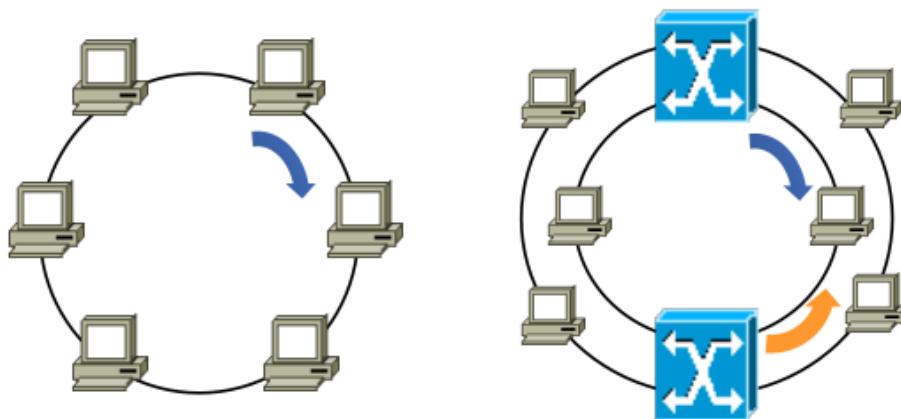


Fig 25 - Topologia em Anel Fonte: o autor

**Estrela / Árvore** - Cada nó é conectado a um ponto central, normalmente, um *hub*, repetidor multiporta, concentrador, ou comutador (switch). Desta forma, todos os dados transmitidos devem, necessariamente, passar pelo menos uma única vez pelo ponto central alcançando, em seguida, seu destino. Os nós centrais podem ser interligados em uma estrutura hierárquica formando uma topologia em árvore.

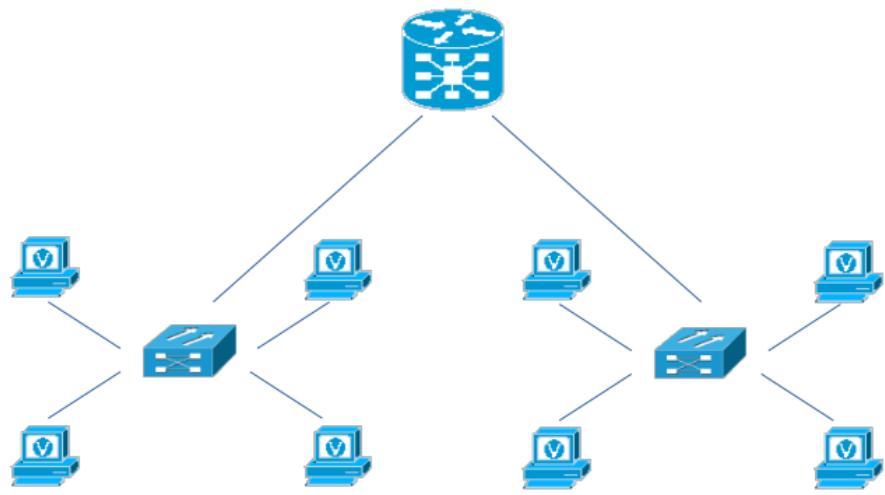


Fig 26 - Topologia em estrela / árvore fonte: o autor

**Malha (Mesh)** - Nesta topologia, cada par de dispositivo é interligado com seus pares, criando uma malha completa (Full Mesh) com redundância nas conexões. Em sistema de o uso de muitas estações se torna inviável, de forma que sua utilização é feita na forma de malha mista, onde conexões do tipo estrela apresentam alguns links redundantes constituindo uma malha. A figura 27 apresenta estas duas variações da topologia em malha.

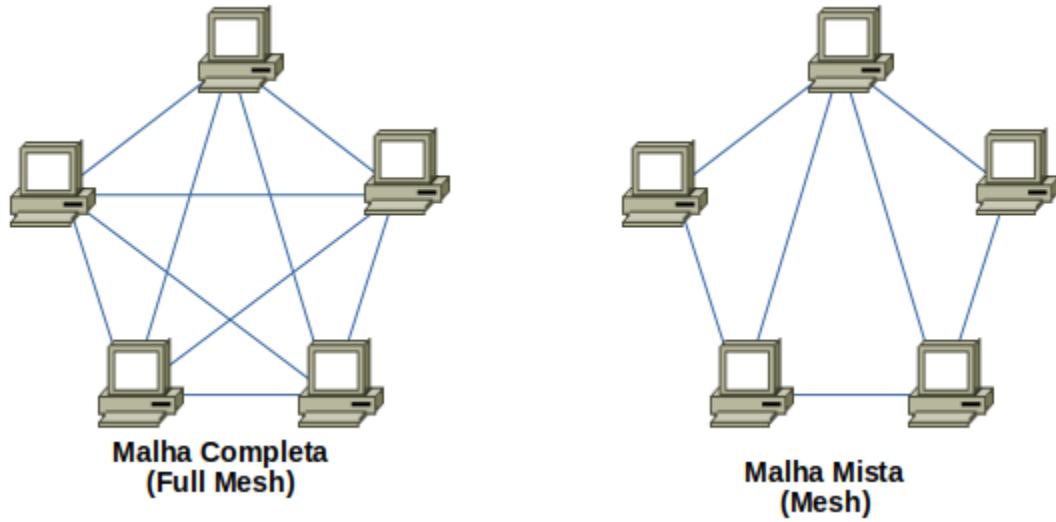


Fig 27 - Topologia em Malha fonte: o autor

**Celular** - Esta topologia é normalmente empregada nas transmissões de rádio, nela a área a ser coberta é dividida em células, cada célula é servida por uma estação central, Veja o esquema apresentado na figura 28.

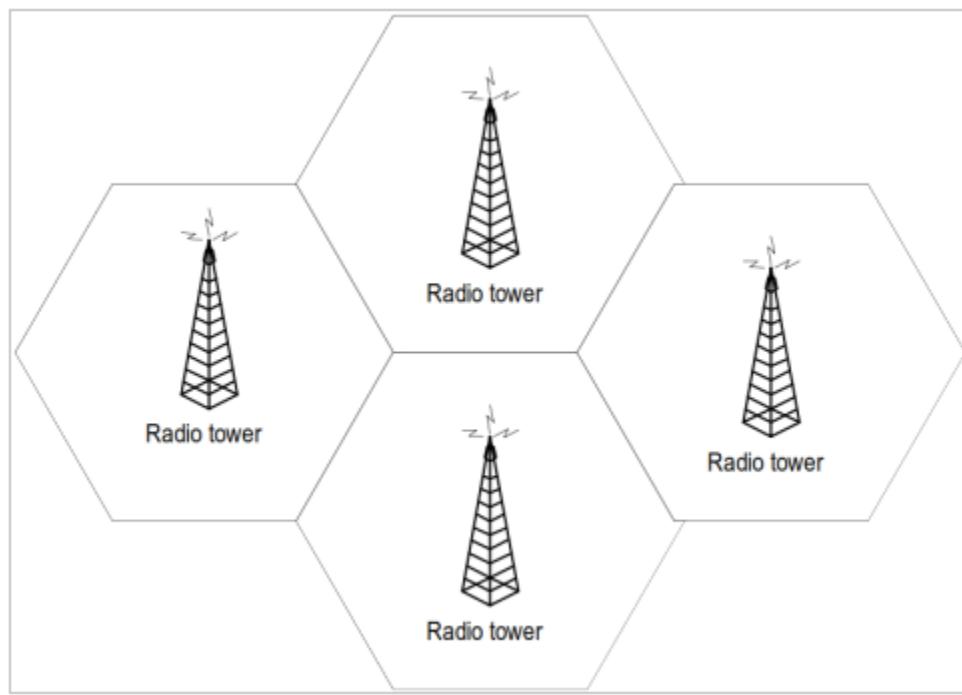


Fig 28 - Topologia celular fonte: o autor

Aqui cada dispositivo transmite para esta estação central de sua célula, que retransmite o sinal para a estação de destino ou para outra estação central de uma célula adjacente.