

# Introdução a redes de computadores



# Apresentação

- **Apresentação do Professor**
- **Objetivo Geral:**

Entender o funcionamento de Redes de Computadores bem como a aplicação da estrutura de Sistemas Distribuídos, considerando os aspectos e tecnologias inerentes ao desenvolvimento de projetos de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, buscando a melhor forma de avaliação de cenários que envolvam a implementação de arquiteturas de redes em ambientes locais e distribuídos.



- **Avaliação institucional** (40% da nota final).
- **Trabalhos e exercícios** (a média destas tarefas correspondem a 60% da nota final).
  - **Média** =  $(P1 + P2) / 2$ .
  - **Aprovado**: média  $\geq 6,0$ .
  - **Recuperação**: média maior ou igual a 4,0 e menor que 6,0.
- 1) • **AV3**: Deve ser realizada caso a média seja menor que 6,0.
  - A nota da AV3 substitui a média.
  - A nota da AV3 deve ser igual ou superior a 6,0.





# Conteúdo Programático

- A disciplina será dividida em 17 aulas e carga horária total de 60 horas.

## Ementa:

1. Conceitos de Redes de Computadores
2. Meios de Comunicação e Topologias
3. Arquiteturas de Redes – Modelo OSI e Arquitetura Internet
4. Camadas do Modelo OSI e seus Protocolos
5. Arquitetura Internet e seus Protocolos
6. Segurança em Redes de Computadores
7. Conceitos de Sistemas Distribuídos. Modelos Arquiteturais e Fundamentos
8. Ambientes para Programação Distribuída
9. Mecanismos para programação Web



# Trabalhos e exercícios

- **Trabalhos**  
02 trabalhos e exercícios



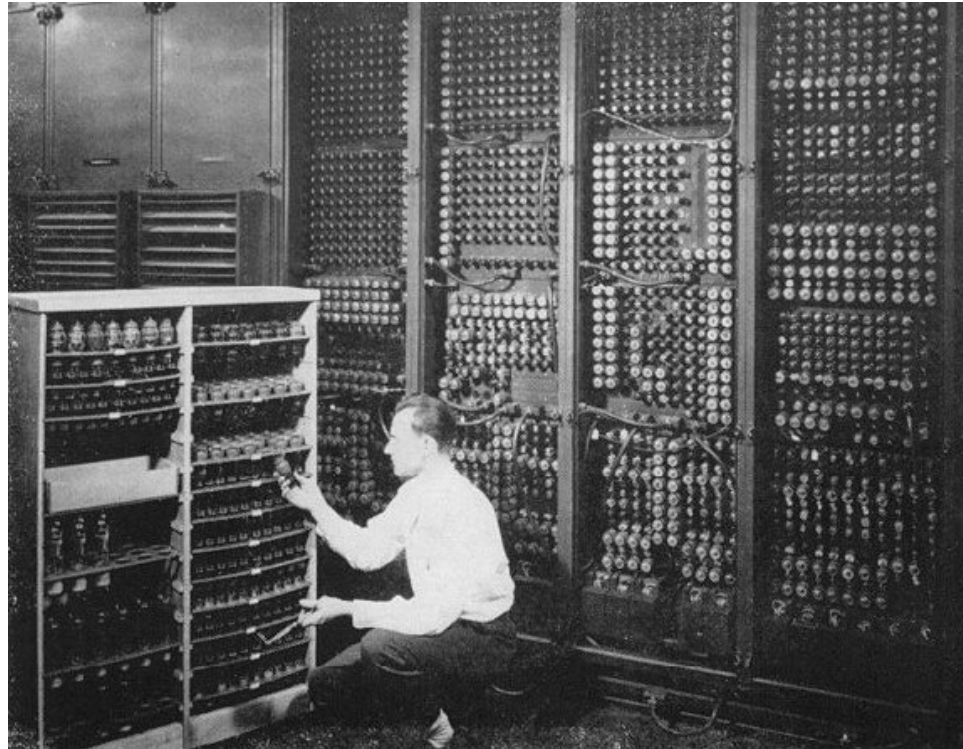
# Sumário

- Evolução de Sistemas de Computação
- Introdução à redes
- Classificação por Abrangência
- Topologias Lógicas e Físicas
- Meios de transmissão



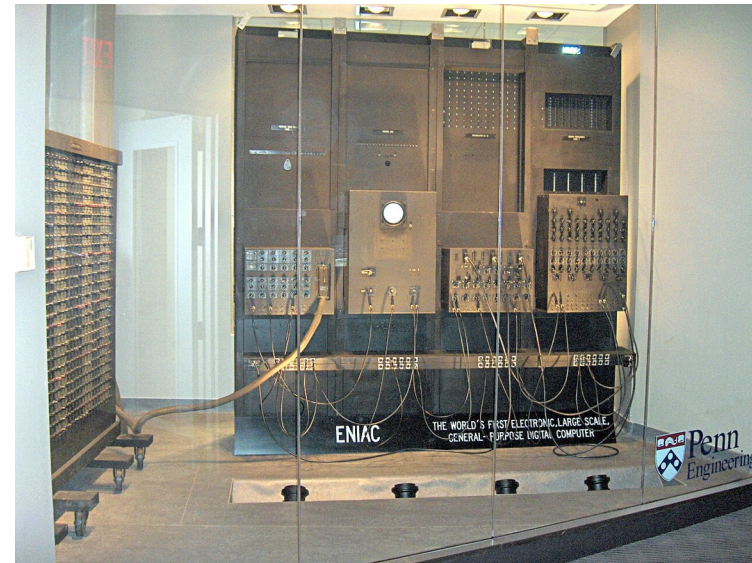
# Evolução dos Sistemas de Computação

- ✚ Histórico
- ✚ 1ª. Geração- Era das válvulas (1945-1955)
  - Eniac – 18.000 válvulas – 30 toneladas



# Evolução dos Sistemas de Computação

- **Período:** Segunda Guerra Mundial
- **Motivo:** o exército americano necessitava urgentemente de tabelas de artilharia para configurar as suas arma, ou seja, cálculos balísticos de artilharia;
- O cálculo era feito manualmente e levava em torno de 12 horas. Já com o uso do ENIAC, o cálculo era realizado em 30 segundos.
- O ENIAC torna-se obsoleto e economicamente inviável de manter após 10 anos de operação, tendo sido desativado no dia 2 de outubro de 1955 e posteriormente desmontado;

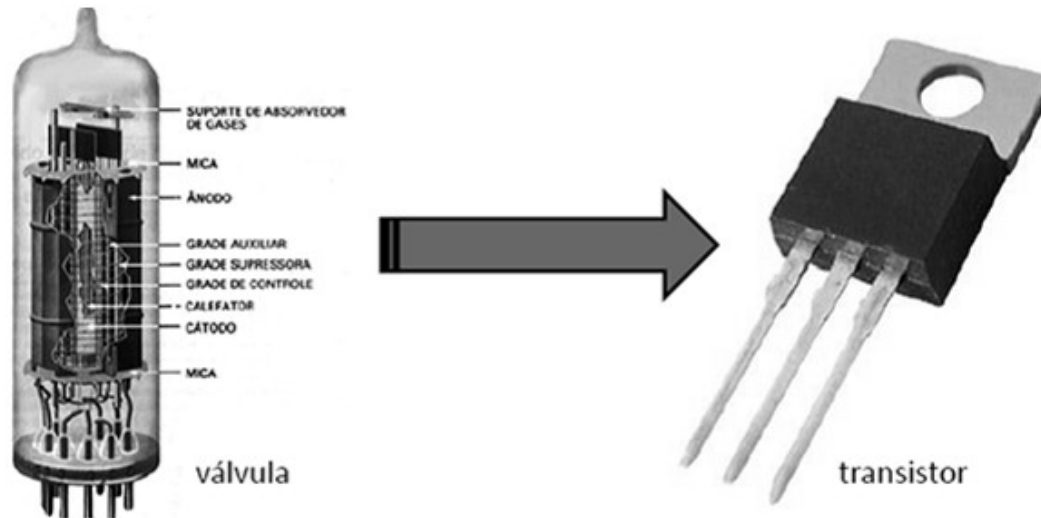




# Evolução dos Sistemas de Computação

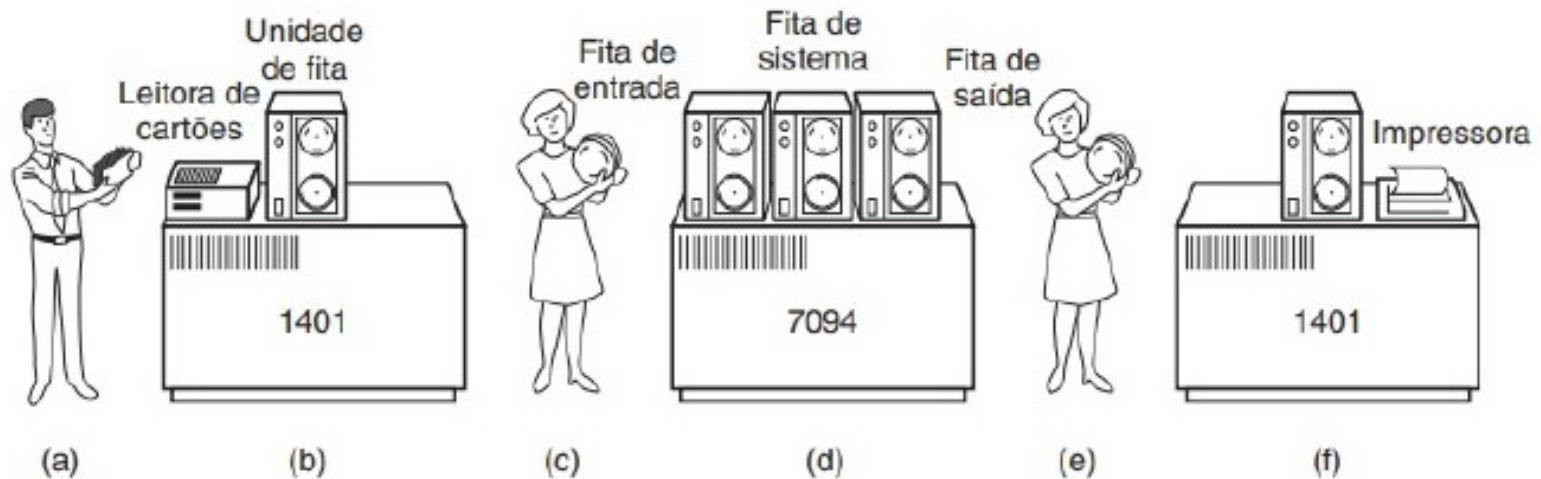
## 2ª. Geração: - Transistores (1956-1965)

- ✚ Aumento de desempenho e confiabilidade
- ✚ Primeiras linguagens de programação
- ✚ Processamento em lote (batch)
- ✚ Computadores de grande porte (mainframes)



# Evolução dos Sistemas de Computação

Um sistema em lote (batch) antigo:

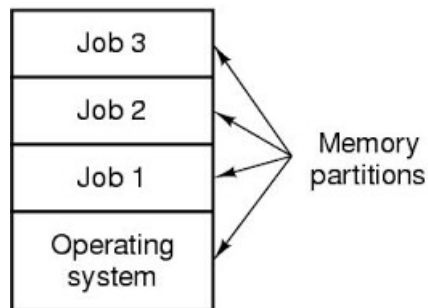


- (a) Os programadores levavam os cartões para o IBM 1401;
- (b) O IBM 1401 gravava o lote de tarefas em fita;
- (c) O operador levava a fita de entrada para o IBM 7094;
- (d) O IBM 7094 executava o processamento;
- (e) O operador levava a fita de saída para o IBM 1401;
- (f) O IBM 1401 imprimia as saídas

# Evolução dos Sistemas de Computação

## 3ª. Geração - Circuitos Integrados (1966-1980)

- Primeiro microprocessador com 2300 transistores (Intel)
- Substituição do cartão perfurado por disco rígido
- Mainframes e terminais burros
- Implementação da técnica de multiprogramação
- Uso da técnica de Spooling
- Processamento timesharing (tempo compartilhado)
- Lançamento do sistema operacional Unix em 1969
- Criação da Arpanet (Rede da Agência para Projetos de Pesquisa Avançada) em 1969 com circuitos de 50k bits/s
- Desenvolvimento do protocolo TCP/IP em 1974



**Multiprogramação**



# Evolução dos Sistemas de Computação

## 4ª. Geração - Microcomputadores (1981-1990)

- ✚ Lançamento do IBM PC (Personal Computer)
- ✚ Fundação da Microsoft
- ✚ Sistema operacional DOS (Disk Operating System)
- ✚ Fundação da Apple
- ✚ As redes de computadores ganham importância
- ✚ Redes locais Ethernet





# Evolução dos Sistemas de Computação

## 5ª. Geração - Internet (1991-presente)

- ✚ Propagação das redes de computadores e Internet
- ✚ Redes Wireless
- ✚ Clusters ( significa “aglomerar” ou “aglomeração”)



# Evolução dos Sistemas de Computação

## 5ª. Geração - Internet (1991-presente)

### Grids



Laboratório Cern na Suíça – Projeto em grid colisor de partículas



# **Evolução dos Sistemas de Computação**

## **5ª. Geração - Internet (1991- presente )**

- ✚ **Sistemas Especialistas**
  - **Inteligência Artificial**
  - **Redes Neurais**
  - **Visão Computacional**
  
- ✚ **Virtualização**
  - **Realidade Virtual**
  - **Realidade Aumentada**



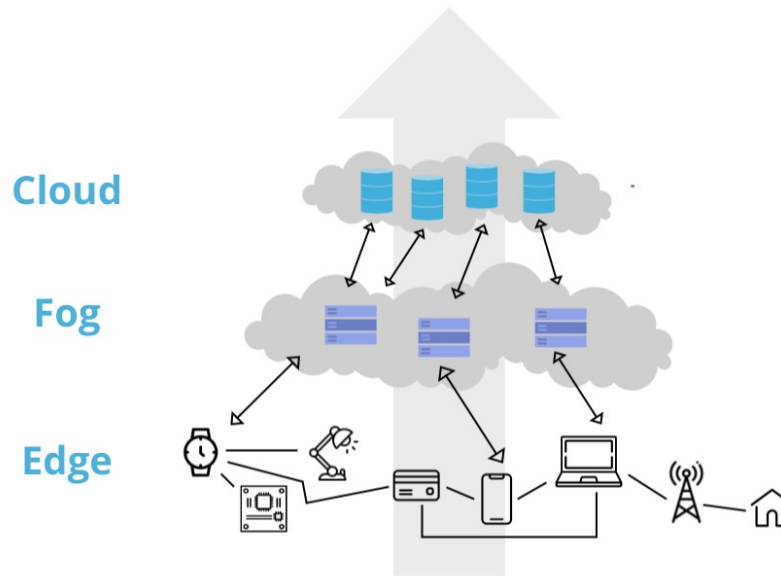
# Evolução dos Sistemas de Computação

## 5ª. Geração - Internet (1991- presente)

- Cloud Computing
  - Amazon – amazon.com (AWS)
  - Google – drive.google.com
  - Microsoft - <http://www.windowsazure.com/>

Fog Computing (computação em névoa) – Ex.: Internet das Coisas (IoT)

Dew Computing (edge computing) - computação de borda





# Introdução

## Conceitos Básicos de Redes

Caracterizada pela interconexão de estações de trabalho, periféricos, terminais ou outros dispositivos;

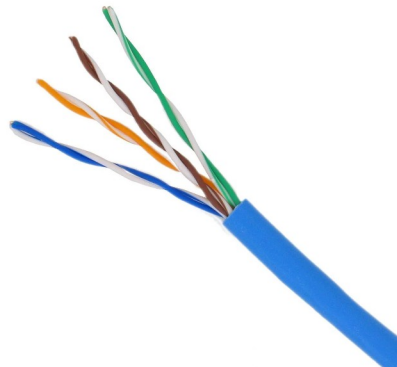
Segundo STALLINGS: *“...Quando dois ou mais Computadores estão Interconectados via uma rede de comunicação.”*



# Conceitos Básicos de Redes

## COMPONENTES DE UMA REDE DE COMPUTADORES:

1. **ESTAÇÕES DE TRABALHO:** DESKTOPS, LAPTOPS, DISPOSITIVOS MÓVEIS, ETC;
2. **MEIOS DE COMUNICAÇÃO:** CABOS, AR, ELETRICIDADE, ETC
3. **EQUIPAMENTOS DE INFRAESTRUTURA OU INTERCONEXÃO:** HUBS, SWITCHES, ROTEADORES;



**HUB X SWITCH X ROTEADOR**



# Conceitos Básicos de Redes

## SERVIÇOS E APLICAÇÕES OFERECIDOS VIA REDE:

1. Email, internet banking, comércio eletrônico;
2. Chat, voip, videoconferência, troca de arquivos;
3. Impressão em rede, processamento em rede (grid, cluster);

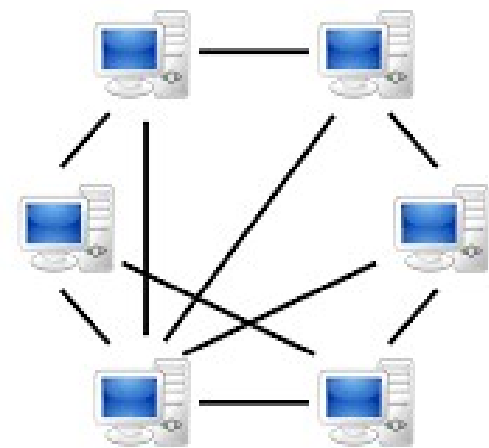
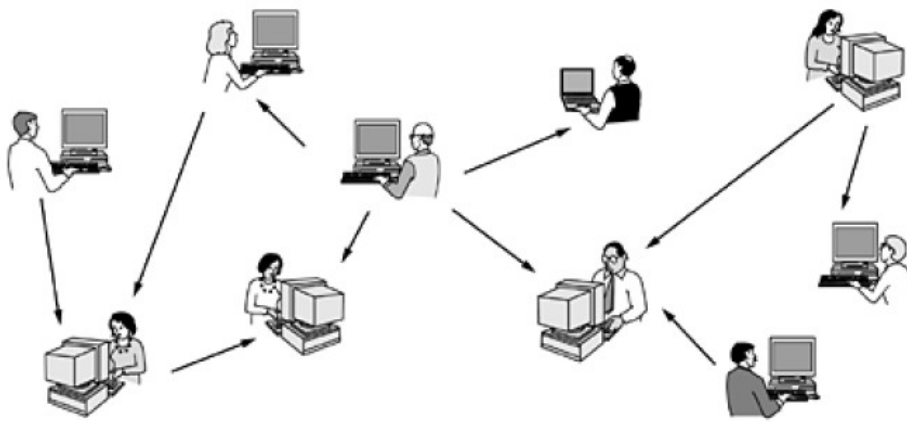


# Conceitos Básicos de Redes

## TIPOS DE REDES QUANTO A FORMA DE INTERAÇÃO:

**PAR-A-PAR – Também chamadas de Ponto-a-Ponto ou peer-to-peer (P2P):**

1. Não há hierarquia entre os nós;
2. Cada nó utiliza e fornece serviços de forma independente e dinâmica;



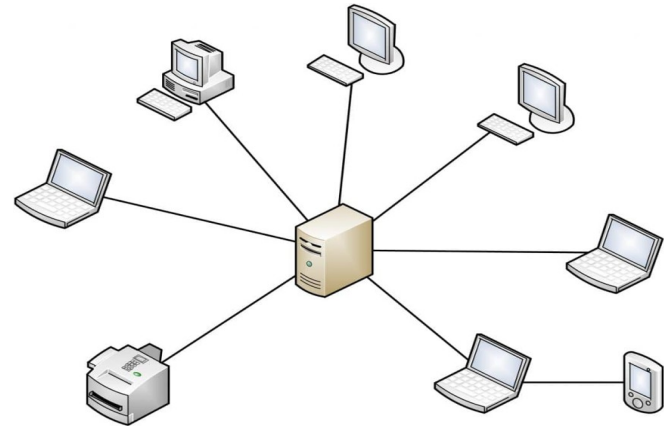
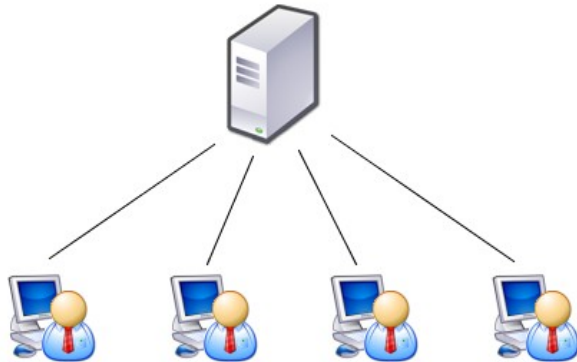


# Conceitos Básicos de Redes

## TIPOS DE REDES QUANTO A FORMA DE INTERAÇÃO:

### CLIENTE-SERVIDOR

1. Existência de servidor dedicado ou compartilhado para fornecimentos de recursos de forma centralizada ou distribuída;
2. Exclusividade na utilização ou fornecimento de recursos pelos nós.



**\*\*\*Ao contrário das redes par-a-par, os computadores que funcionam como clientes não fornecem recursos e serviços aos outros usuários da rede.**



# INTRODUÇÃO

## Conexão Física e Lógica

### Definição:

- **Topologia lógica:** forma como os dados são trafegados;
- **Topologia física:** forma como os nós são interconectados;
- Topologia lógica opera sobre a topologia física;
- Topologia lógica pode variar com o tipo de equipamento utilizado e da configuração de rede realizada;

### Física:

Computador  
Placa de Rede  
Modem  
Meio Físico de Transmissão

### Lógica:

Sistema Operacional  
Browser  
Outros Softwares



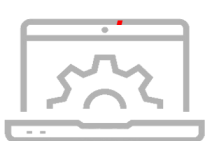
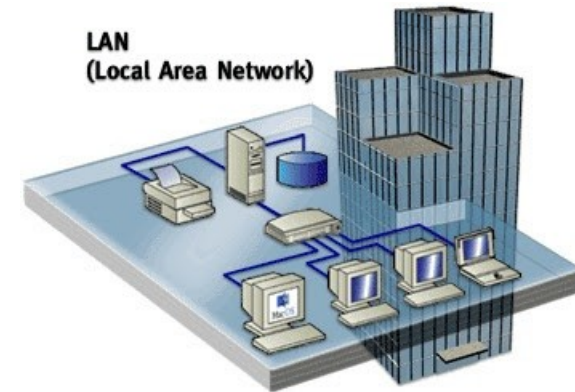
# Terminologia de redes

## Classificação de Redes por Área de Abrangência

**PAN (Personal Area Network - Rede Pessoal)** Redes pessoais que servem para conectar dispositivos próximos (normalmente não ultrapassa 10 metros).  
*\*\*\*dispositivos ligados para um único usuário;*



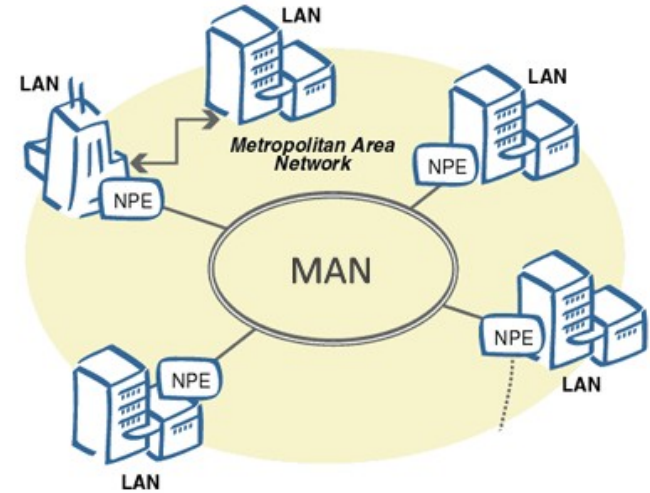
**LAN (Local Area Network - Rede Local)** - Redes locais surgiram para viabilizar a troca e o compartilhamento de informações entre dispositivos permitindo a integração em ambientes de trabalho cooperativo. *\*\*\*pequena extensão (uma sala, um prédio);*



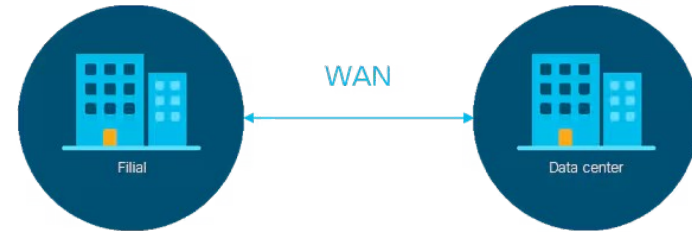
# Terminologia de redes

## Classificação de Redes por Área de Abrangência

**MAN (Metropolitan Area Network - Rede Metropolitana)** - A MAN é uma rede que abrange toda a área metropolitana como uma cidade ou área suburbana. Uma MAN geralmente consiste em duas ou mais redes locais em uma mesma área geográfica. \*\*\**com a extensão de uma cidade;*



**WAN (Wide Area Network - Rede Extensa)** - WAN é uma rede de computadores que abrange uma grande área geográfica, com frequência um país ou continente. \*\*\**sem limite de tamanho (um país, o mundo).*



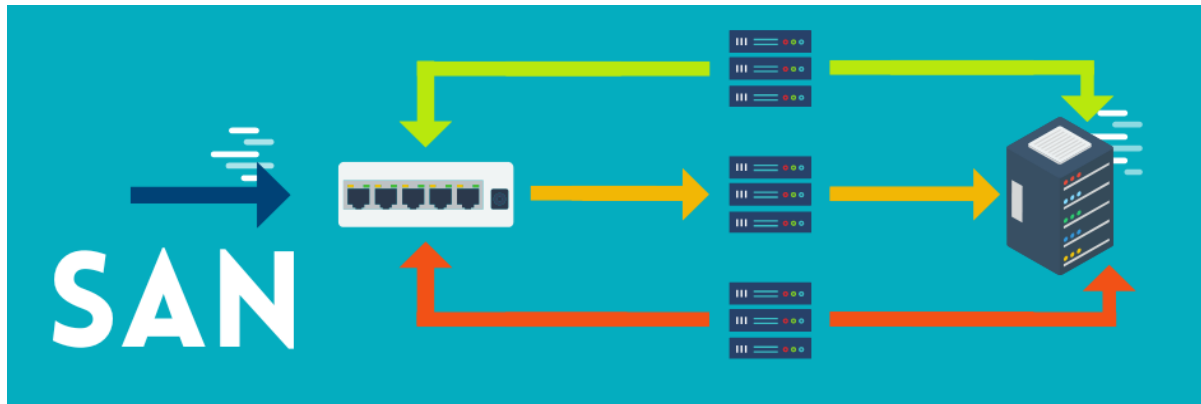


# Terminologia de redes

## Classificação de Redes por Área de Abrangência

Outras redes:

**SAN (Storage Area Network - Rede de área de armazenamento)** – Rede exclusiva para armazenamento de dados



## Mapa da Rede Rio de Computadores 2015 - FAPERJ



# TOPOLOGIAS LÓGICAS

A topologia lógica é a forma como os dados são transmitidos na rede.

## Broadcast

A topologia de broadcast simplesmente significa que cada host envia seus dados a todos os outros hosts conectados ao meio físico da rede. Não existe uma ordem que deve ser seguida pelas estações para usar a rede. A ordem é: primeiro a chegar, primeiro a usar.

## Token Ring

A passagem de token controla o acesso à rede, passando um token eletrônico sequencialmente para cada host. Quando um host recebe o token, significa que esse host pode enviar dados na rede.

Se o host não tiver dados a serem enviados, ele vai passar o token para o próximo host e o processo será repetido.



# TOPOLOGIAS FÍSICAS

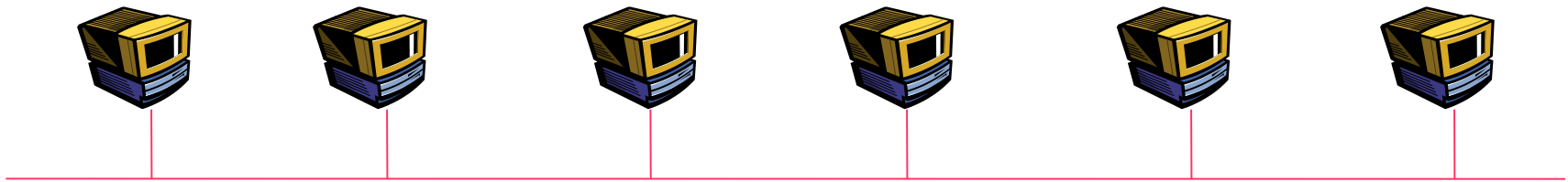
## PRINCIPAIS TOPOLOGIAS:

- Barramento;
- Anel;
- Estrela;
- Mesh e full mesh;
- Árvore ou hierarquizada;



# Topologias

## **BARRAMENTO (BUS):**



### **Vantagens:**

**Instalação simples**  
**Baixo custo**

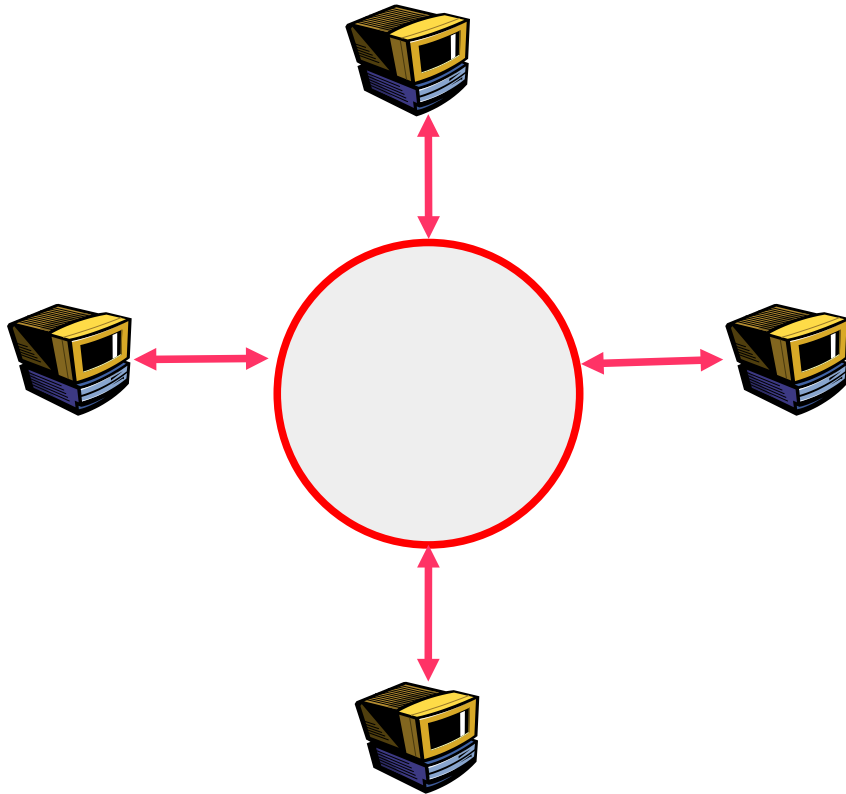
### **Desvantagens:**

**Rompimento do cabo**  
**Difícil detecção do problema**



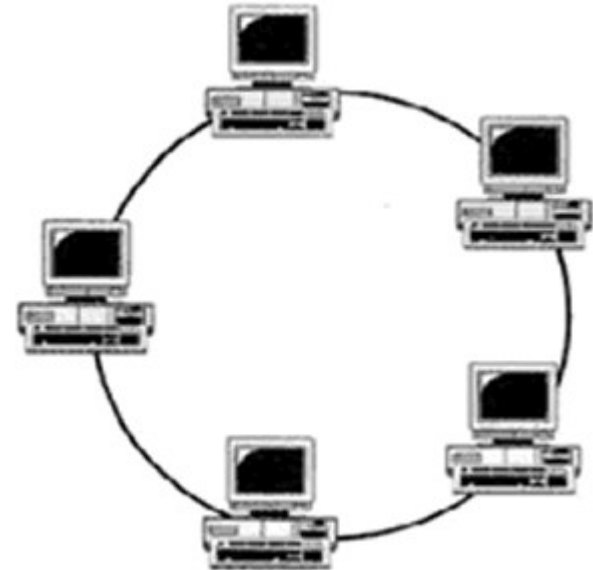
# Topologias

## – Anel



**Vantagens:**

**Facilidade de expansão**  
**Não tem colisão**



**Desvantagens:**

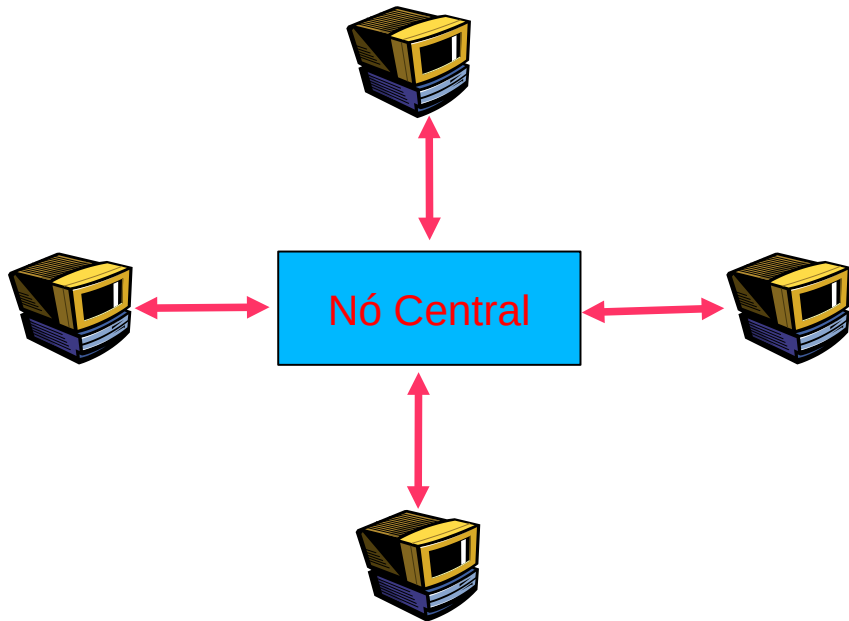
**Atrasos em transmissões**  
**Custo elevado**





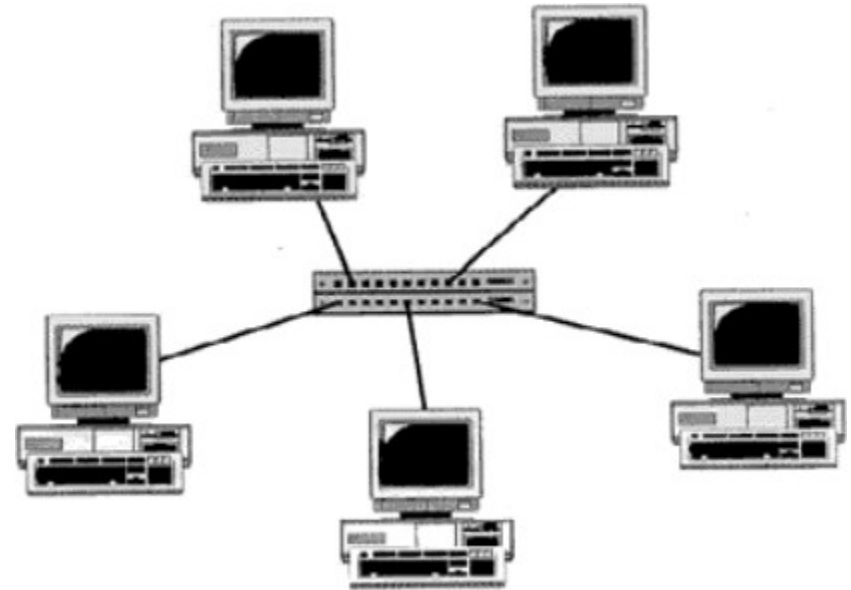
# Topologias

## – Estrela



### Vantagens:

Fácil de configurar  
Fácil detecção de problemas



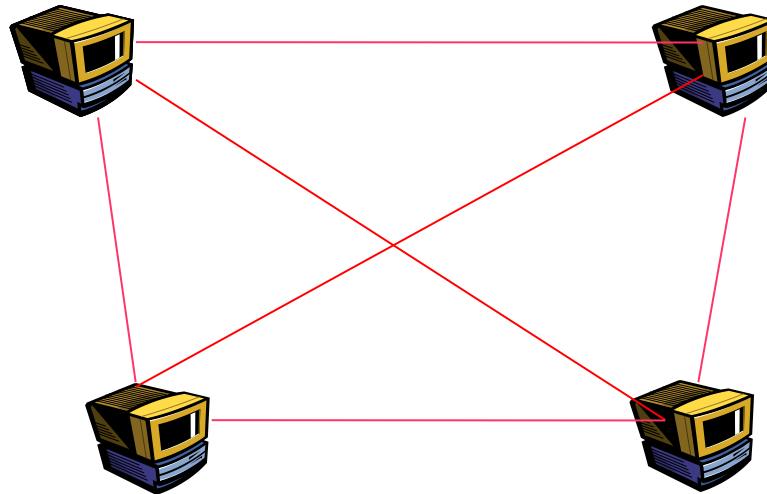
### Desvantagens:

Problemas no nó central  
Custo maior que a barra



# TOPOLOGIAS FÍSICAS

## Totalmente Distribuída (Mesh / Adhoc)



### Vantagens:

Segurança  
Desempenho

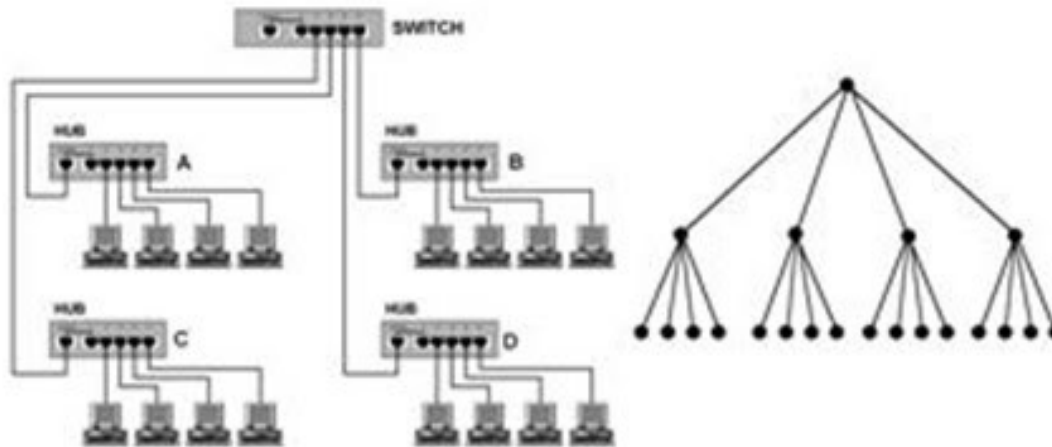
### Desvantagens:

Custo elevado  
Inviabilidade de  
instalação



# Topologias

## Em árvore



### Vantagens:

*Figura 6: Topologia em Árvore*

Fácil de configurar  
Fácil detecção de problemas

### Desvantagens:

Problemas no nó central  
Custo maior que a barra



# Formas de Utilização do Meio Físico

- **Simplex**

Ocorre em apenas uma direção

Ex. TV Aberta



- **Half-Duplex**

Ocorre em ambas as direções, mas um evento de cada vez

Ex. Rádio amador



- **Full Duplex**

Recepção e envio ocorrem simultaneamente

Ex. tv a cabo



# Transmissão de Dados

- As transmissões são feitas entre um transmissor e um receptor e através de um meio físico de transmissão.
- Os dados são transportados por ondas.

## Ondas

- Uma perturbação oscilante de alguma grandeza física no espaço e periódica no tempo.
- Propaga-se através de um meio físico de transmissão.



# Transmissão de Dados

## Elementos da Onda

- Características das Ondas

**Picos**

Pontos mais altos

**Vales**

Pontos mais baixos.

**Ciclo de onda**

Distância entre dois vales ou picos.

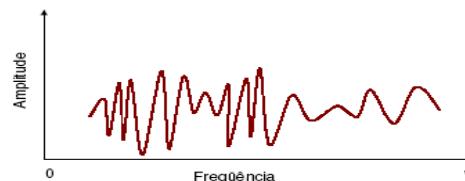
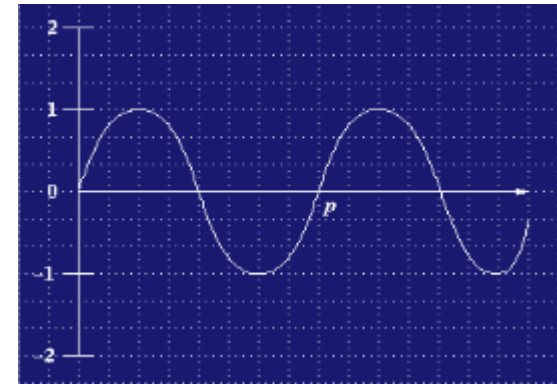
**Amplitude**

Nível máximo positivo ou negativo alcançado pelo ciclo

**Frequência**

Quantos ciclos ocorrem por unidade tempo.

Medida padrão em ciclos/segundos ou Hertz (HZ)





# Transmissão de Dados

## Sinais

São ondas que se propagam através de algum meio físico.

### **Sinal Analógico**

A amplitude do sinal varia com o tempo.



### **Sinal Digital**

A amplitude do sinal é fixa.



# Fontes de distorção de um sinal

## Atenuação

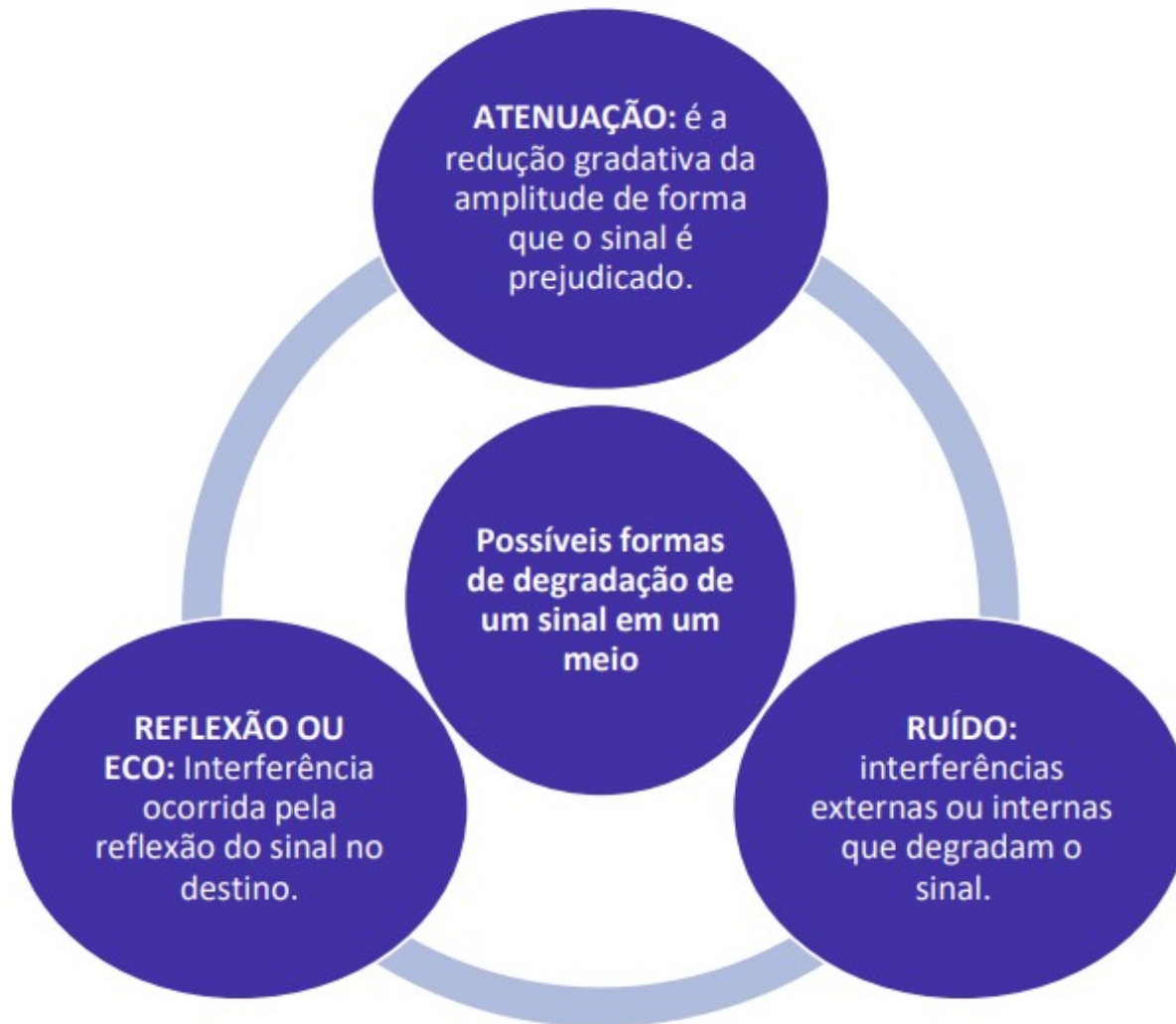
A potência do sinal cai com a distância.

## Ruídos

Os ruídos causam distorções nos sinais e são um dos maiores limitantes do desempenho de sistemas de comunicação, geralmente são impostas pelas características do meio físico.



# Fontes de distorção de um sinal



# Fontes de distorção de um sinal

## Ruídos por Interferência

- FGV - 2022 - TRT - 16ª REGIÃO (MA) - Técnico Judiciário - Tecnologia da Informação

A atenuação é a perda ou enfraquecimento do sinal que percorre um meio físico. Ela é medida em

- A) dB.
  - B) bps.
  - C) m/s.
  - D) Ohms.
  - E) Hz.
- Comentários: Os níveis de atenuação são medidos em dB ou decibéis. A respeito dos demais itens, temos as referências das medidas:
    - b) banda de transmissão ou velocidade (bits por segundo)
    - c) Velocidade comum (metros por segundo)
    - d) resistência de elementos em redes de transmissão
    - e) Frequência de transmissão dos sinais.

**Gabarito: A**



# Fontes de distorção de um sinal

## Ruídos por Interferência

### Crosstalk ou diafonia

Quando um sinal elétrico trafega num condutor gera ao redor deste um campo elétrico. Crosstalk é a medida da interferência em um par pelo sinal que está trafegando num par adjacente dentro do mesmo cabo.

### Ruído Impulsivo

É causado por fontes externas de interferências eletromagnéticas tais como motores, sistemas de distribuição de energia, lâmpadas fluorescentes e etc.

### Ecos

Ecos provocam efeitos similares ao ruído, toda vez que há uma mudança de impedância numa linha de transmissão sinais são refletidos e voltam por esta linha corrompendo os sinais que estão sendo enviados.



# Modulação

Processo de modificação de características de uma onda portadora de modo a adaptar um sinal ao meio de transmissão por onde vai circular.

## Demodulação

É o processo de reversão da modulação. É o processo de reversão da modulação.

## MODEM

É o equipamento capaz de realizar a modulação e demodulação do sinal.

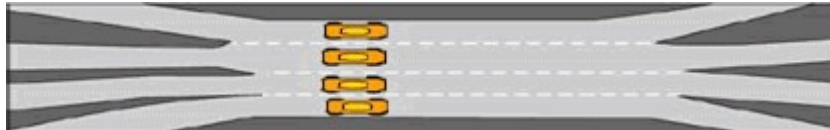




# Multiplexação

A multiplexação é a transmissão de vários sinais usando uma única linha de comunicação ou canal.

Objetivo básico do uso desta técnica é a economia pois utiliza-se o mesmo meio de transmissão para vários canais.



# Multiplexação

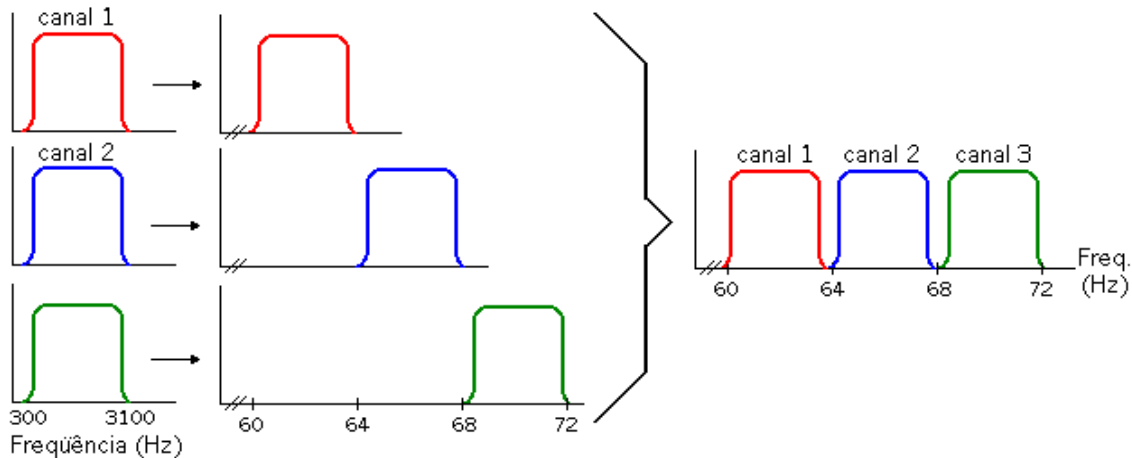
**Frequência (FDM)** - Cada canal tráfega em uma frequência própria afim de utilizar a faixa de frequência disponível no meio.

**Tempo (TDM)** - Cada canal tráfega um pacote em um determinado momento, sendo então o tempo de uso do meio dividido para os canais.

**Comprimento de Onda (WDM)** - Utiliza o comprimento de onda para tráfegar vários feixes de comprimento diferente em uma única fibra, baseado na FDM (utilizadas em fibras ópticas)



# Multiplexação na Frequência



## Características de modulação na Frequência

- Analógico
- Cada sinal é modulado numa frequência de portadora diferente
- Hardware específico por filtro de frequência

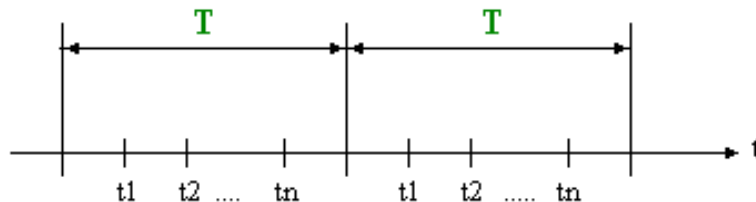


# Multiplexação por divisão no tempo

## TDM Síncrona

Na TDM síncrona, o domínio do tempo é dividido em intervalos de tamanho fixo  $T$ , chamados frames.

Cada frame é dividido em  $T$  sub-intervalos ( $t_1, \dots, t_n$ ) denominados segmentos, os quais formam uma partição dos frames.



# Multiplexação por divisão no tempo

## TDM Assíncrona

- Parcelas de tempo são alocadas dinamicamente de acordo com a demanda das estações.

No TDM assíncrono nada é desperdiçado, pois o tempo utilizado está sempre disponível caso alguma estação gere tráfego e deseje utilizar o canal de transmissão.

No entanto, no TDM assíncrono, cada informação transmitida deve sempre conter um cabeçalho com os endereços de origem e de destino.



# Largura de banda analógica e digital

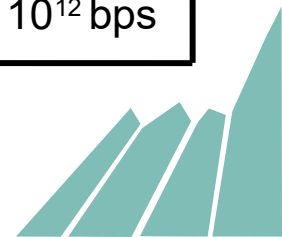
## Largura de banda analógica

Faixa de frequências utilizado por um sistema. Descreve, por exemplo, a faixa de frequências utilizada por uma estação rádio. Utiliza como unidade de medida o Hertz (Hz) ou ciclos por segundo.

## Largura de banda digital

É a quantidade ou volume de informação que pode ser enviada por um canal, medida em bits por segundo (bps).

Unidades de largura de banda	Equivale
Bits por segundo	1 bps
Kilobits por segundo	1 kbps = 1000 bps = $10^3$ bps
Megabits por segundo	1 Mbps = 1000.000 bps = $10^6$ bps
Gigabits por segundo	1 Gbps = 1.000.000.000 bps = $10^9$ bps
Terabits por segundo	1 Tbps = 1.000.000.000.000 bps = $10^{12}$ bps





# Throughput

É largura de banda real, medida a uma determinada hora do dia. Infelizmente, por muitas razões, o throughput é muito menor que a largura de banda digital máxima possível do meio que está sendo utilizado.

Alguns dos fatores que determinam o throughput e a largura de banda são:

- Dispositivos da rede
- Número de usuários
- Computador do usuário
- Computador Servidor

Cálculo:

$$T = S / P$$

**Tempo estimado (T)** = **tamanho do arquivo(S)** / **largura de banda(P)** “representa a velocidade com que dados poderiam ser transferidos”.



# Meios Físicos de Transmissão

## **Guiados:**

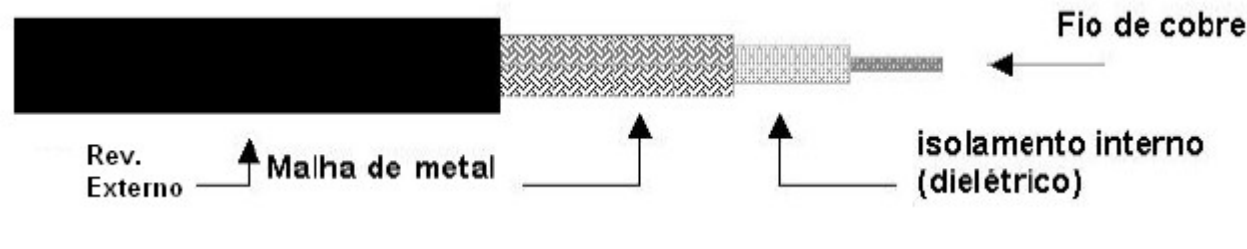
Cabo Coaxial (metálicos)  
Par Trançado (metálicos)  
Fibra Ótica

- **Não guiados:**  
Wireless (Radiofrequência)



# Meios Físicos de Transmissão – Cabo Coaxial

O cabo coaxial (10BASE2) consiste em um condutor de cobre envolto por uma camada isolante flexível.



## 10BASE2 - Características:

Distância máxima de até 185 metros

Velocidade até 10MB

Baixo custo



# Meios Físicos de Transmissão – Cabo Coaxial

## Resumo:

**10BASE2** – Suporta 10Mbps a uma distância de 185m. São chamados também de cabos coaxiais finos (Thinnet).

**10BASE5** – Suporta 10Mbps a uma distância de 500m. São chamados também de cabos coaxiais grossos (Thicknet). São mais caros e mais rígidos, mais difíceis de manusear.

### TIPOS DE CABO COAXIAL

**10BASE2** – Suporta 10Mbps a uma distância de 185m.

**10BASE2 - "Thinnet"**



**10BASE5** – Suporta 10Mbps a uma distância de 500m.

**10BASE5 - "Thicknet"**



# Meios Físicos de Transmissão – Cabo Coaxial



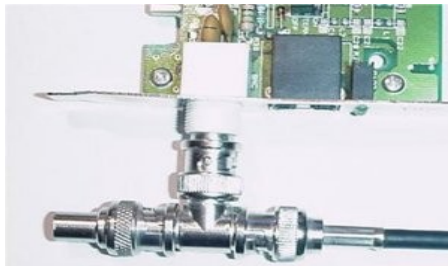
**Conector T BNC**



**Conector BNC desmontado**



**Conector no cabo**



**Conector na extremidade do cabo**



**Conector fora da extremidade do cabo**



# Meios Físicos de Transmissão

## – Cabo de par trançado

Estes cabos são constituídos por 4 pares de cabos entrelaçados enrolados em espiral de forma a reduzir o ruído e manter constantes as propriedades elétricas do meio através de todo seu comprimento. **Para todos os cabos, se aplica a distância máxima de 100m.**

### Classificação:



**UTP – Unshielded Twisted Pair (par trançado não-blindado)**



**STP – Shielded Twisted Pair (par trançado blindado)**

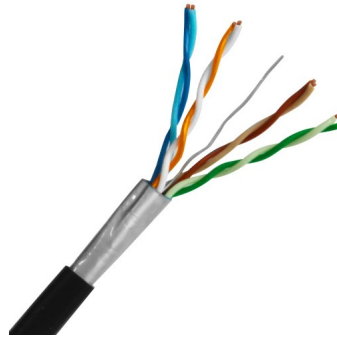


# Meios Físicos de Transmissão

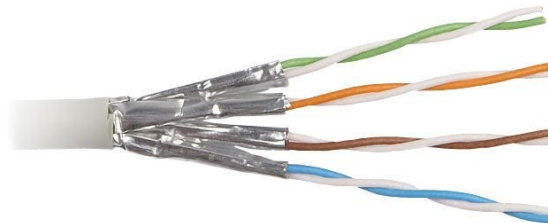
## – Cabo de par trançado

Os cabos blindados, são divididos em três tipos:

**FTP (Foiled Twisted Pair):** possuem uma blindagem mais simples feita de folha de aço ou liga de alumínio com o objetivo de reduzir a interferência externa. Entretanto não trata o “Crosstalk” (interferência entre os pares de cabos).



**STP (Shielded Twisted Pair):** Essa categoria já se utiliza de uma blindagem para cada par de cabos. Com isso, é possível reduzir o “Crosstalk”, aumentando a tolerância a distâncias maiores que os 100m estabelecidos pelo padrão.



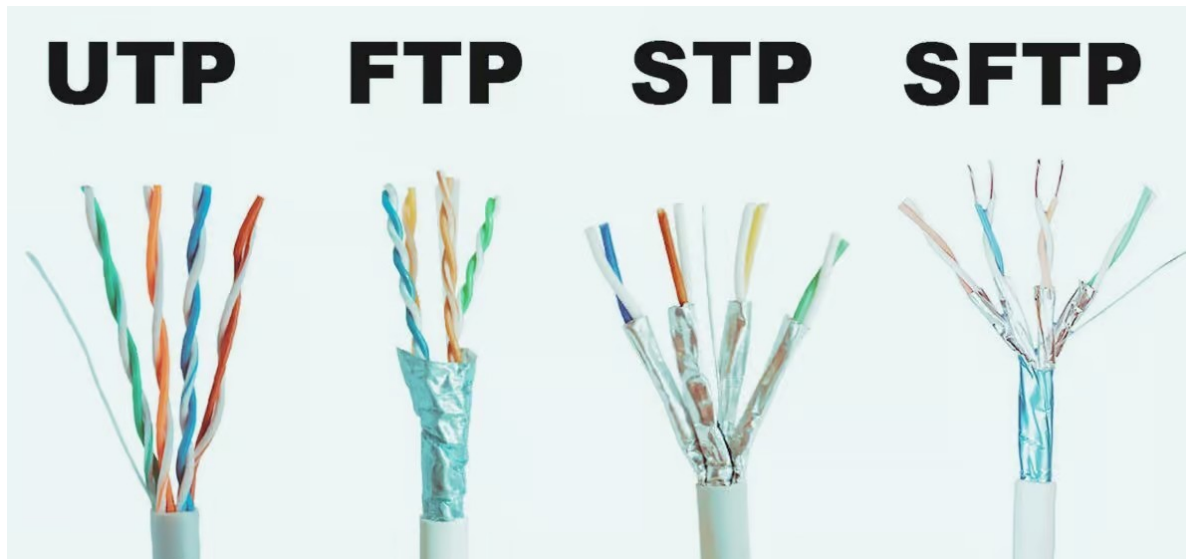
# Meios Físicos de Transmissão

## – Cabo de par trançado

**SSTP (Screened Shielded Pair) ou SFTP (Screened Foiled Twisted Pair):** É uma categoria que une as características dos cabos FTP e STP, isto é, há a blindagem para cada par bem como a blindagem externa de todos os cabos. Foi criado para ser usado em ambientes suscetíveis a grandes interferências externas com distâncias maiores.



**Resumo visual dos tipos de cabos:**





# Meios Físicos de Transmissão

## – Cabo de par trançado

Categorias:

Categoria de Desempenho de Cabos Pares Trançados			
Categoria	Tipo de cabo (*)	Largura de Banda	Taxa de Transmissão
<b>Cat. 3</b>	<b>U/UTP e F/UTP</b>	<b>16 MHz</b>	<b>16 Mbps</b>
Cat. 5e	U/UTP e F/UTP	100 MHz	1 Gbps
<b>Cat. 6</b>	<b>U/UTP e F/UTP</b>	<b>250 MHz</b>	<b>1 Gbps</b>
Cat. 6A	U/UTP e F/UTP	500 MHz	10 Gbps
<b>Cat. 7</b>	<b>F/UTP e S/FTP</b>	<b>600 MHz</b>	<b>10 Gbps</b>
Cat. 7A	F/UTP e S/FTP	1 GHz	10 Gbps
<b>Cat. 8 (**)</b>	<b>F/UTP e S/FTP</b>	<b>2 GHz</b>	<b>40 Gbps</b>

(\*) Cabos Reconhecidos

(\*\*) Em estudo pelo IEEE

### Categoria de Desempenho de Cabos Pares Trançados

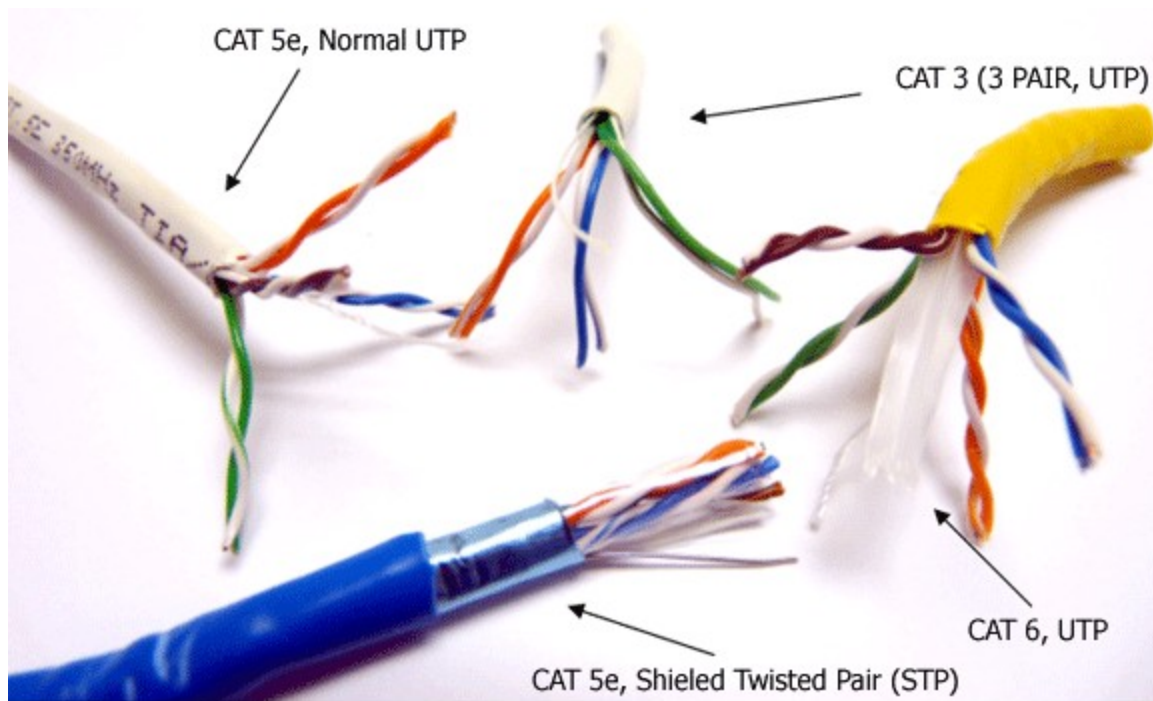
Três tipos de cabos: sem blindagem, com uma blindagem e com duas blindagens, U/UTP, F/UTP e S/FTP, respectivamente.

F/UTP

A primeira letra APÓS a barra diz respeito à proteção interna dos pares

A letra ANTES da barra diz respeito à proteção externa dos pares





# Meios Físicos de Transmissão – Cabo de par trançado

## *Tipos de Conexão e Padrões*

### **Cabo Normal**

É utilizado para ligações micro/hub sendo as duas extremidades do cabo com a mesma combinação de cores no padrão 568A ou 568B.

**568A**

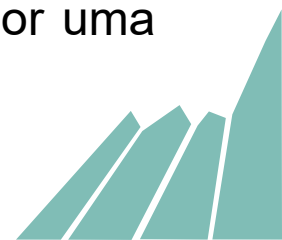
Pino	Cor	Função
1	verde branco	Tx+
2	verde	Tx-
3	laranja branco	Rx+
4	azul	não utilizado
5	azul branco	não utilizado
6	laranja	Rx-
7	marrom branco	não utilizado
8	Marrom	não utilizado

**568B**

Pino	Cor	Função
1	laranja branco	Tx+
2	laranja	Tx-
3	verde branco	Rx+
4	azul	não utilizado
5	azul branco	não utilizado
6	verde	Rx-
7	marrom branco	não utilizado
8	marrom	não utilizado

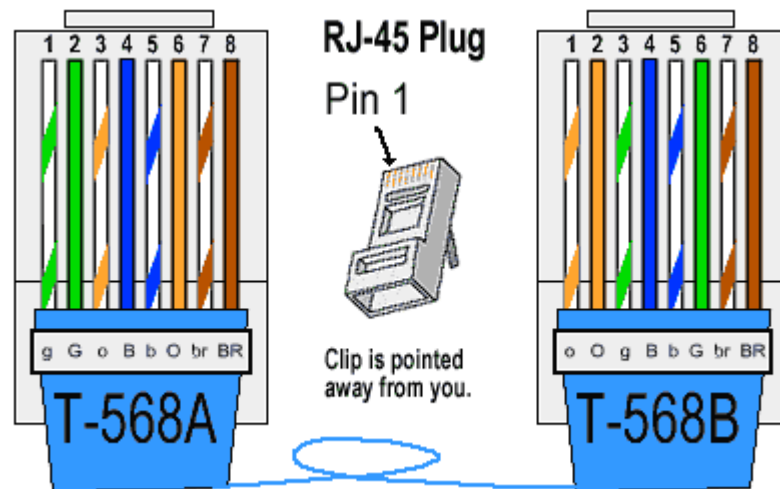
### **Cabo Crossover**

Utilizado normalmente para fazer a conexão entre dois computadores por uma placa de rede ou para fazer o cascadeamento de hubs.

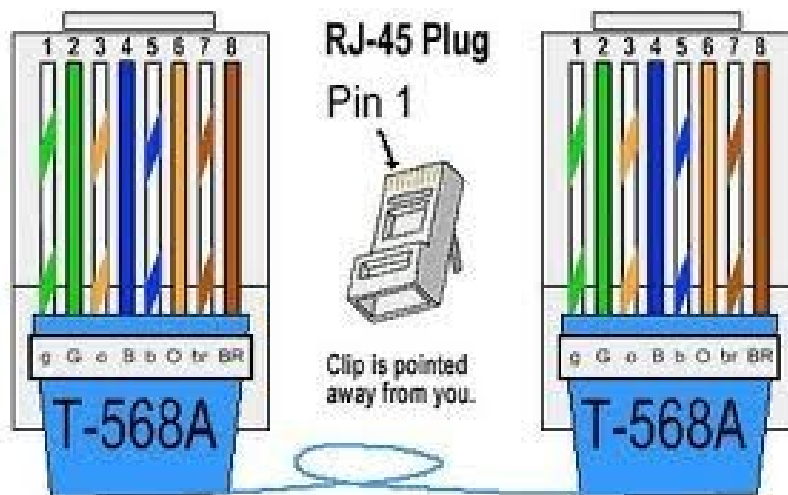


# Meios Físicos de Transmissão – Cabo de par trançado

Crossover



Normal



# Cabo Crossover

568A

Pino	Cor	Função
1	verde branco	Tx+
2	verde	Tx-
3	laranja branco	Rx+
4	azul	não utilizado
5	azul branco	não utilizado
6	laranja	Rx-
7	marrom branco	não utilizado
8	Marrom	não utilizado

568B

Pino	Cor	Função
1	laranja branco	Tx+
2	laranja	Tx-
3	verde branco	Rx+
4	azul	não utilizado
5	azul branco	não utilizado
6	verde	Rx-
7	marrom branco	não utilizado
8	marrom	não utilizado



# Meios Físicos de Transmissão – Cabo de par trançado

## *Ferramentas e Conectores*



Alicate de Crimpar RJ 11/RJ45



Alicate de Crimpar RJ45



Decapador de cabo



Conector RJ45



Tomada de Superfície



Tomada fêmea



Montagem tomada fêmea



Alicate Punch Down



Espelho de parede



Testador de cabo



Anilha protetora



# Referências Bibliográficas

TANENBAUM, ANDREW S. Sistemas Operacionais Modernos – 2.a Edição. Prentice-Hall, 2003.

DEITEL, P. J.; NIETO, T. R.; DEITEL, H.M. Internet & World Wide Web - Como Programar. Bookman, 2003.

