

CURSO ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

2021-2



**Redes, Sistemas Distribuídos e Cloud
Prof. Me. Nivaldo T. Marcusso**



www.unisal.br

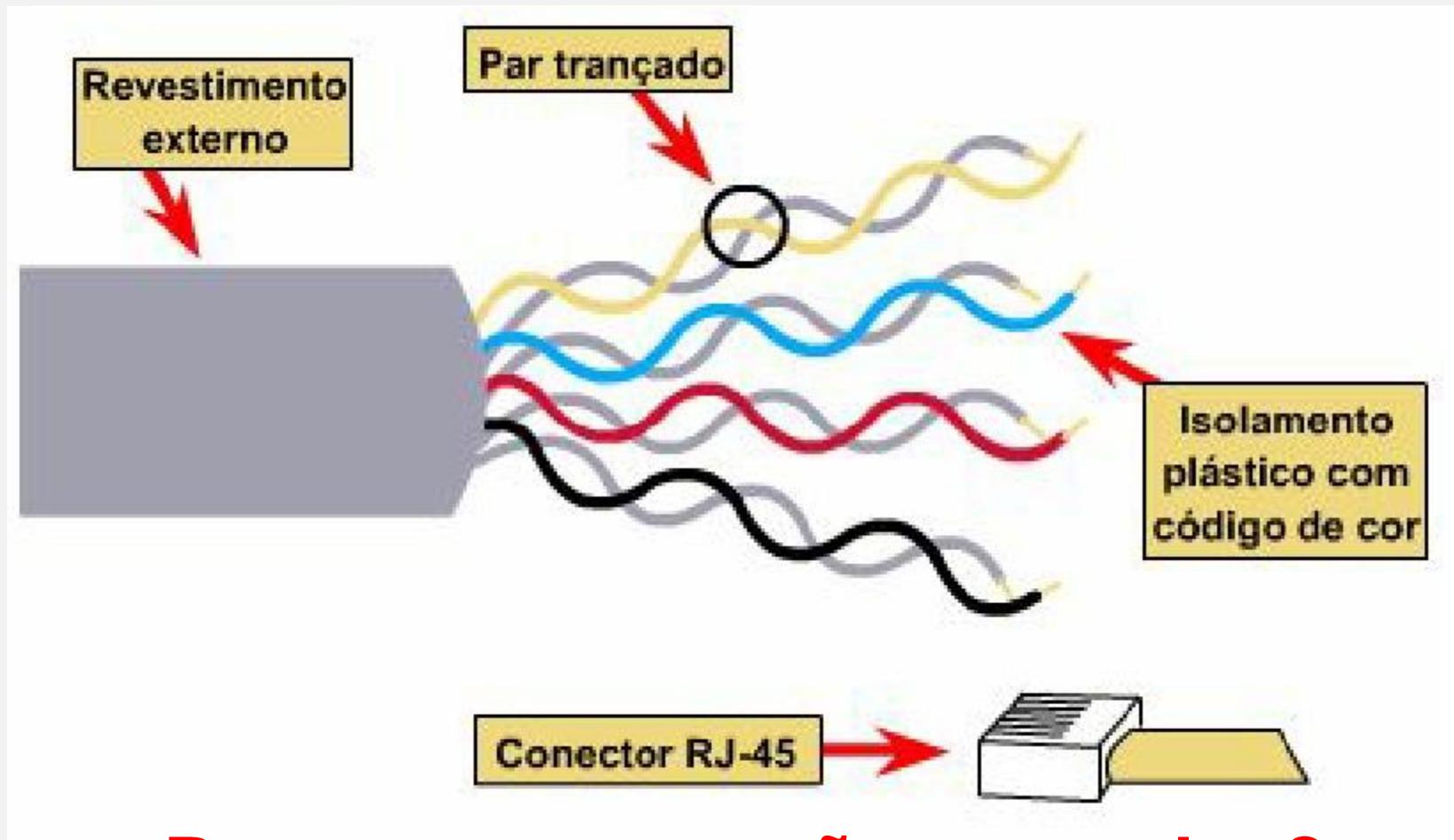
A Camada Física



Cabo de Par Trançado

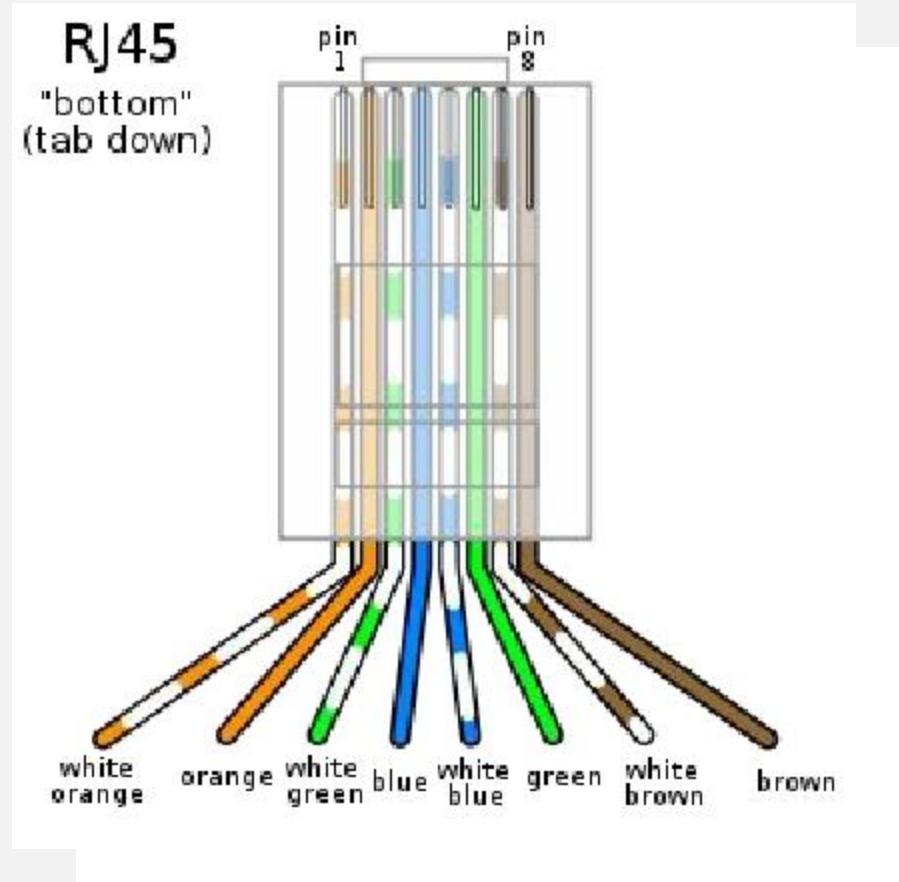
- Nos EUA dois grupos industriais definem padrões para cabeamento UTP:
 - EIA (Electronics Industry Alliance);
 - TIA (Telecommunications Industry Association).

Par trançado não blindado (UTP)



Porque os pares são trançados?

Cabo de Par Trançado (Twisted Pair)

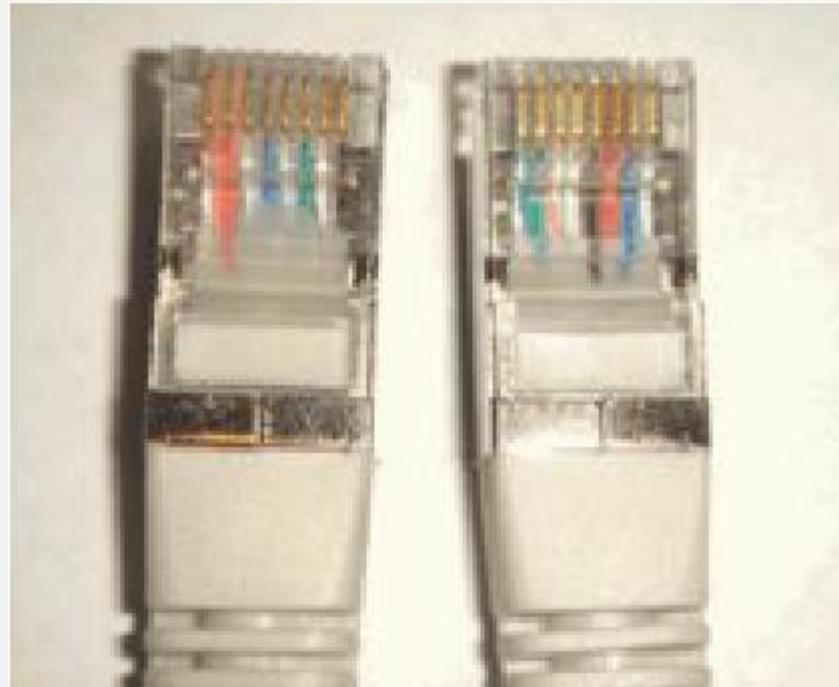
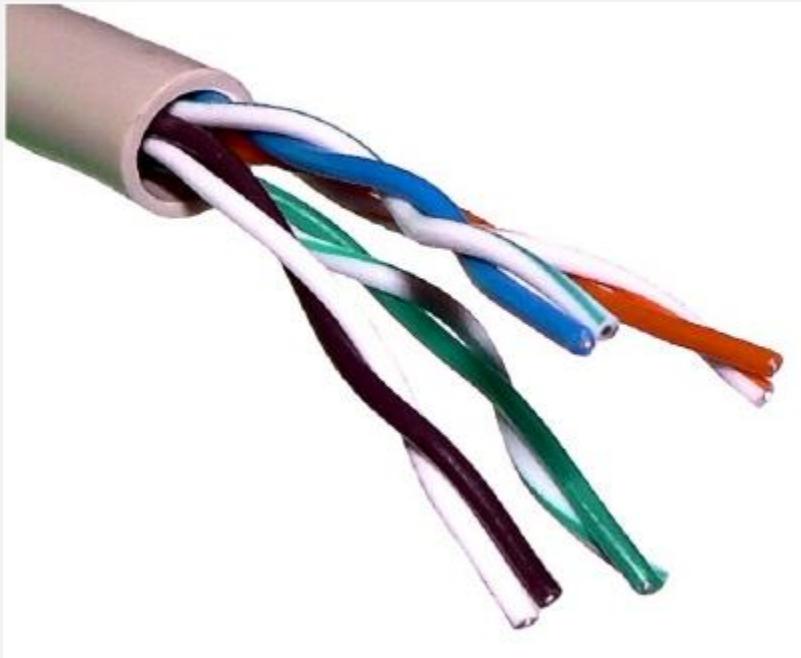


- Os pares de fios trançados seguem um padrão de cores.

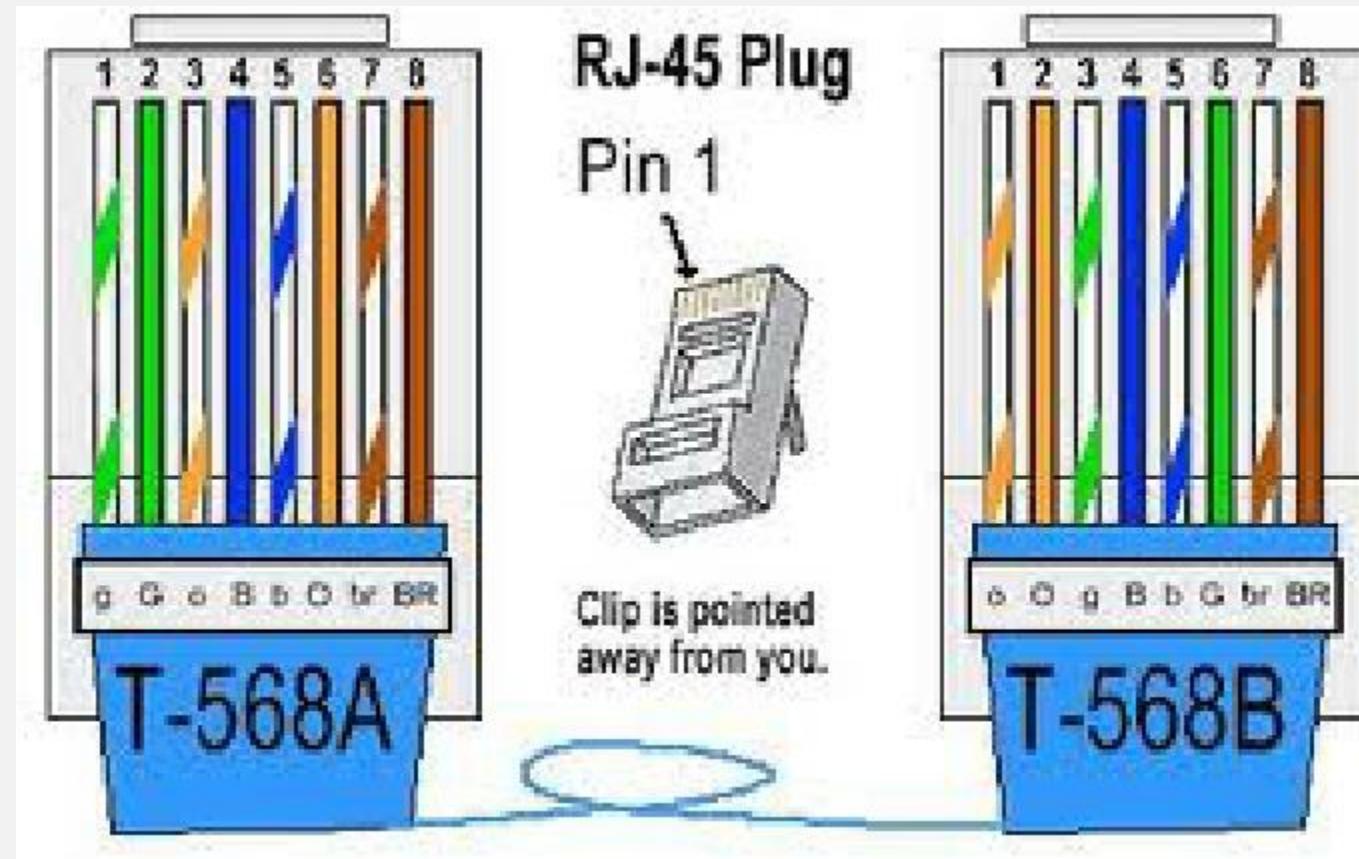
Cabo de Par Trançado (Twisted Pair)

■ UTP (Unshielded Twisted Pair)

- Direto ou simples (straight-through);
- Cruzado (crossover).



Padrões de pinos



- Existem dois padrões o T-568A e o T-568B.

Transmissão e recepção – Cabo direto

- Deve-se usar cabo direto entre equipamentos diferentes (PC – Switch ou Switch – Roteador).
- Para se criar um cabo direto, as extremidades do cabo devem ter o mesmo padrão de pinagem EIA/TIA.

Transmissão e recepção – Cabo direto

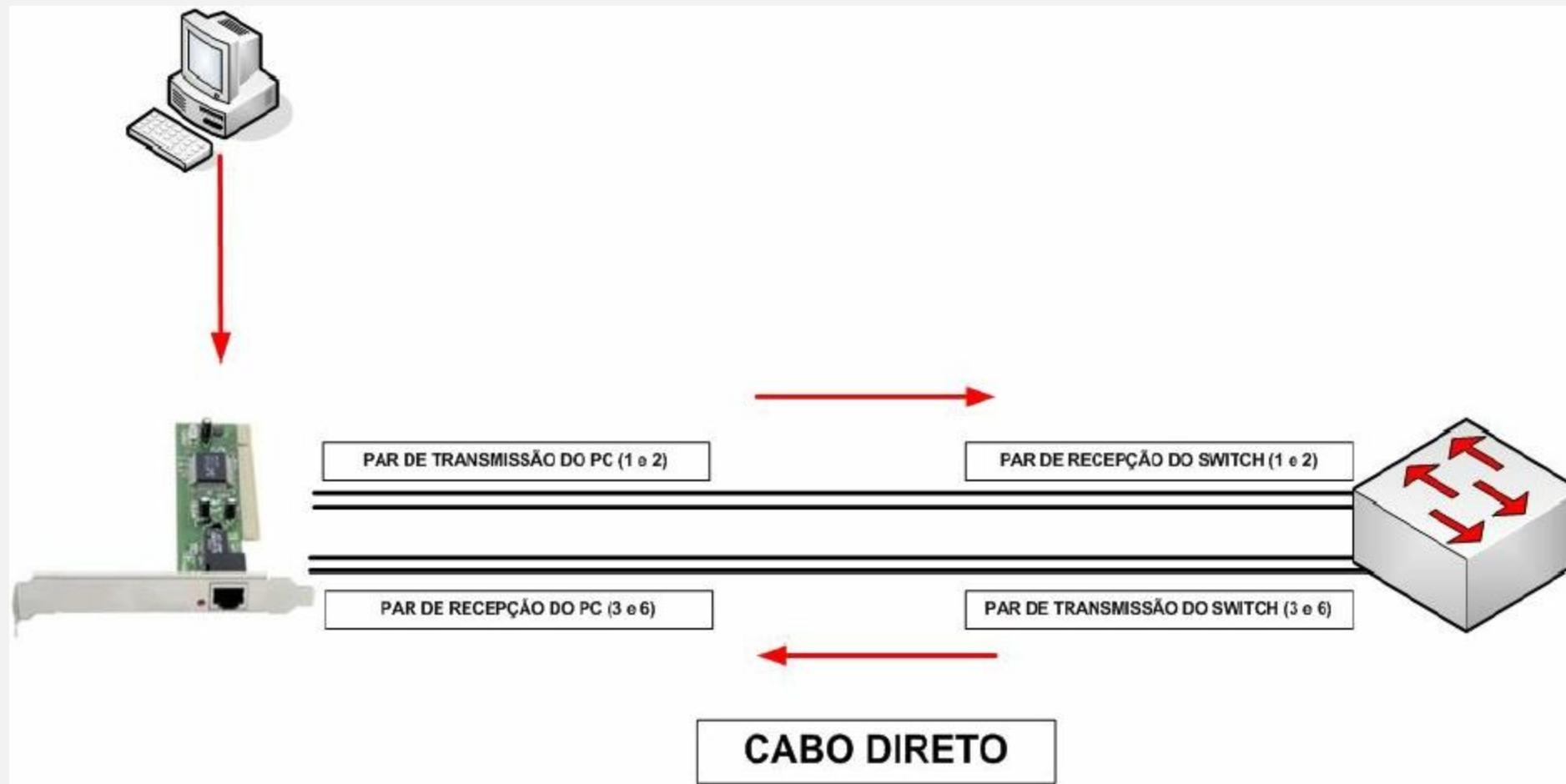
- As placas de rede:

- enviam dados usando o par de pinos 1 e 2 (padrão T-568A);
 - recebem dados usando o par de pinos 3 e 6 (padrão T-568A).

- As portas do HUBs e switches:

- fazem o contrário, recebem dados usando o par de pinos 1 e 2 (padrão T-568A);
 - enviam dados usando o par de pinos 3 e 6 (padrão T-568A).

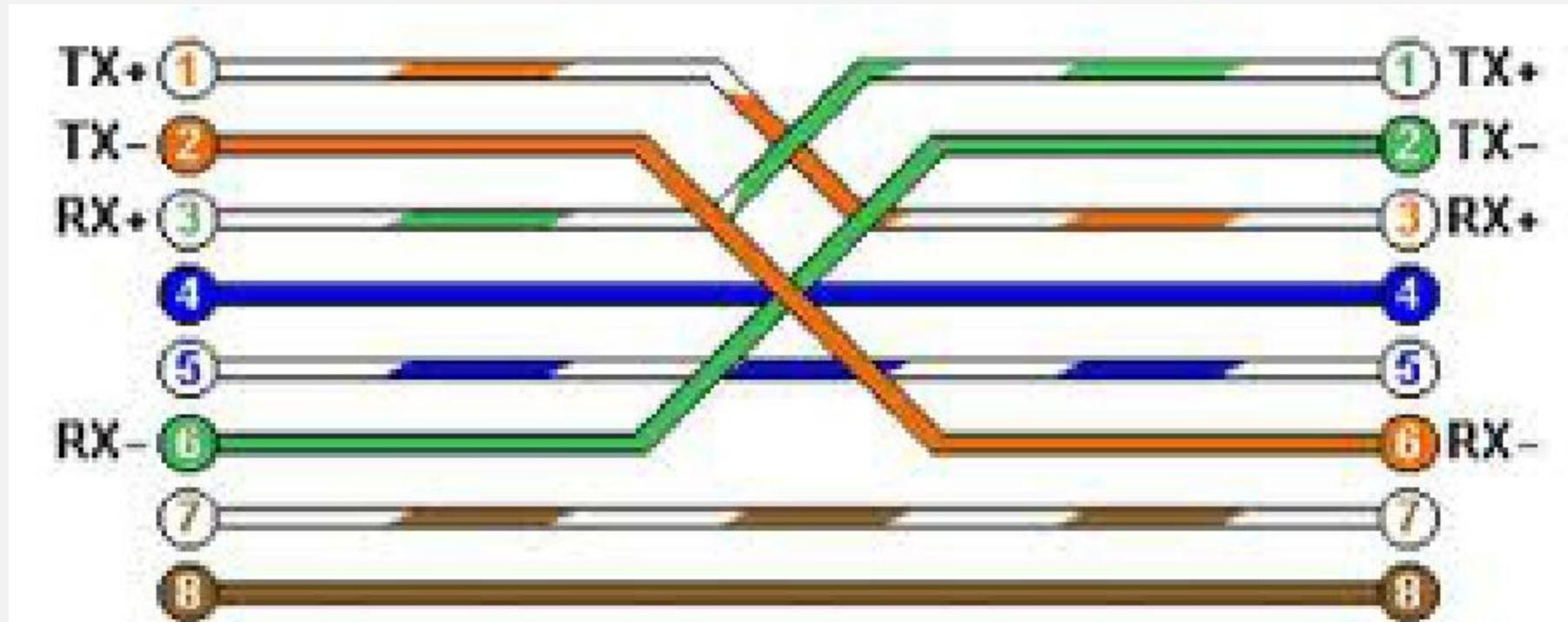
Comunicação utilizando cabo direto



Cabo Crossover

- Utilizados para interconectar equipamentos iguais (PC-PC, Switch-Switch e Roteador-Roteador).
- Exceção: conexão PC-roteador usa-se cabo cross.
- No exemplo da conexão de 02 switches, ambos **enviam** dados pelo **par 3 e 6** e **recebem** no **par 1 e 2**, com isto os pares precisam ser cruzados.

Cabo Crossover



T568-B

T568-A

T568B	Cabeamento Simples				T568B
	Branco/Laranja	1	—	1	Branco/Laranja
	Laranja	2	—	2	Laranja
	Branco/Verde	3	—	3	Branco/Verde
	Azul	4	—	4	Azul
	Branco/Azul	5	—	5	Branco/Azul
	Verde	6	—	6	Verde
	Branco/Marrom	7	—	7	Branco/Marrom
	Marrom	8	—	8	Marrom

T568B	Cabeamento Crossover				T568A
	Branco/Laranja	1	—	1	Branco/Verde
	Laranja	2	—	2	Verde
	Branco/Verde	3	—	3	Branco/Laranja
	Azul	4	—	4	Branco/Marrom
	Branco/Azul	5	—	5	Marrom
	Verde	6	—	6	Laranja
	Branco/Marrom	7	—	7	Azul
	Marrom	8	—	8	Branco/Azul

Power over Ethernet

- É um padrão que permite transmitir energia elétrica usando o próprio cabo de rede, juntamente com os dados.
- O POE segue o padrão IEEE 802.3af, ratificado em 2005.
- Utiliza os pinos 4, 5, 7 e 8 para alimentar eletricamente os equipamentos.

Dispositivos

Dispositivos que: Transmitem nos pinos 1 e 2 Recebem em 3 e 6	Dispositivos que: Transmitem nos pinos 3 e 6 Recebem em 1 e 2
Placas de Rede para PC	Hubs
Roteadores	Switches
Impressoras de Rede	-

Cabeamento Estruturado

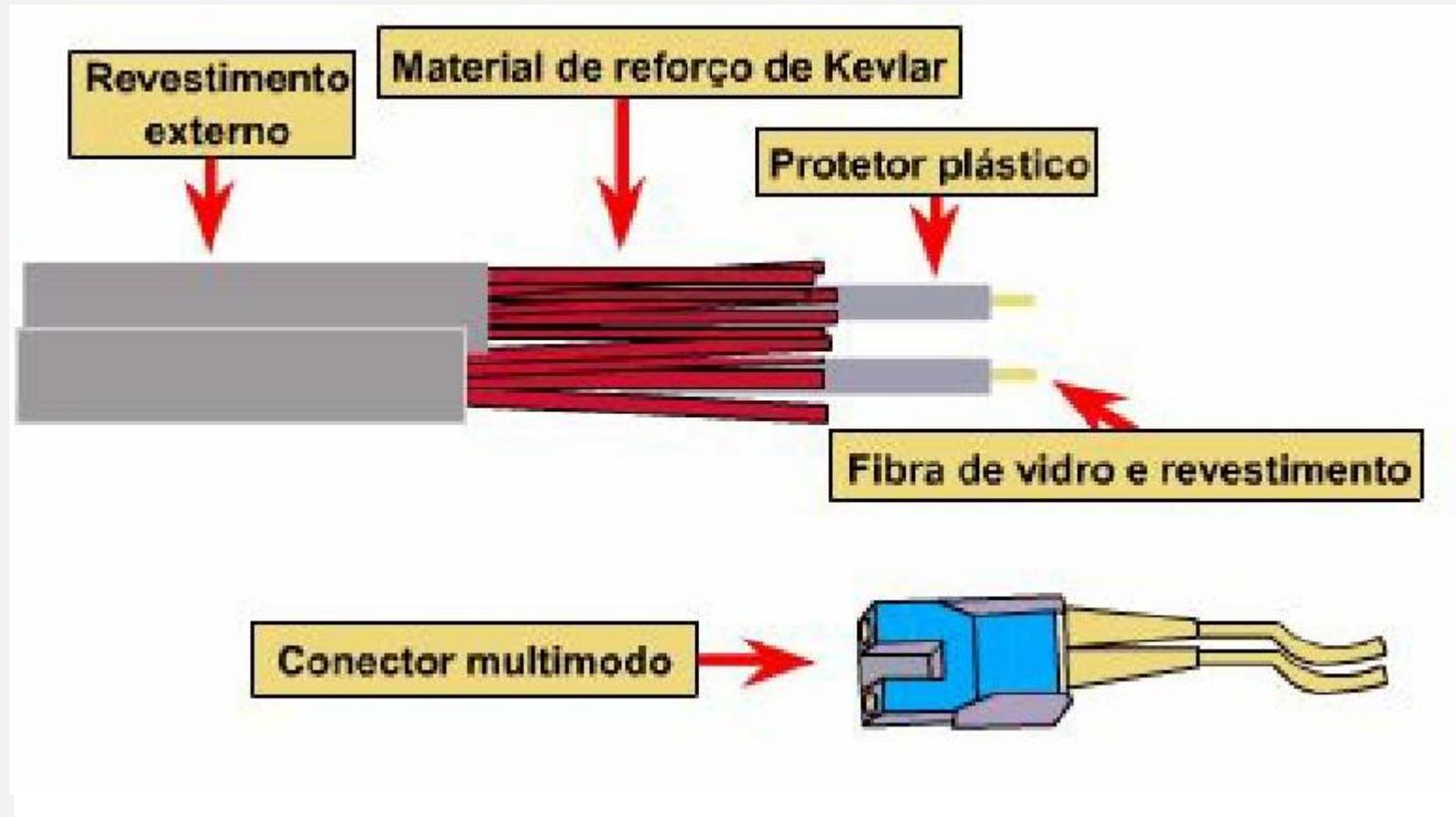


Fibra Óptica

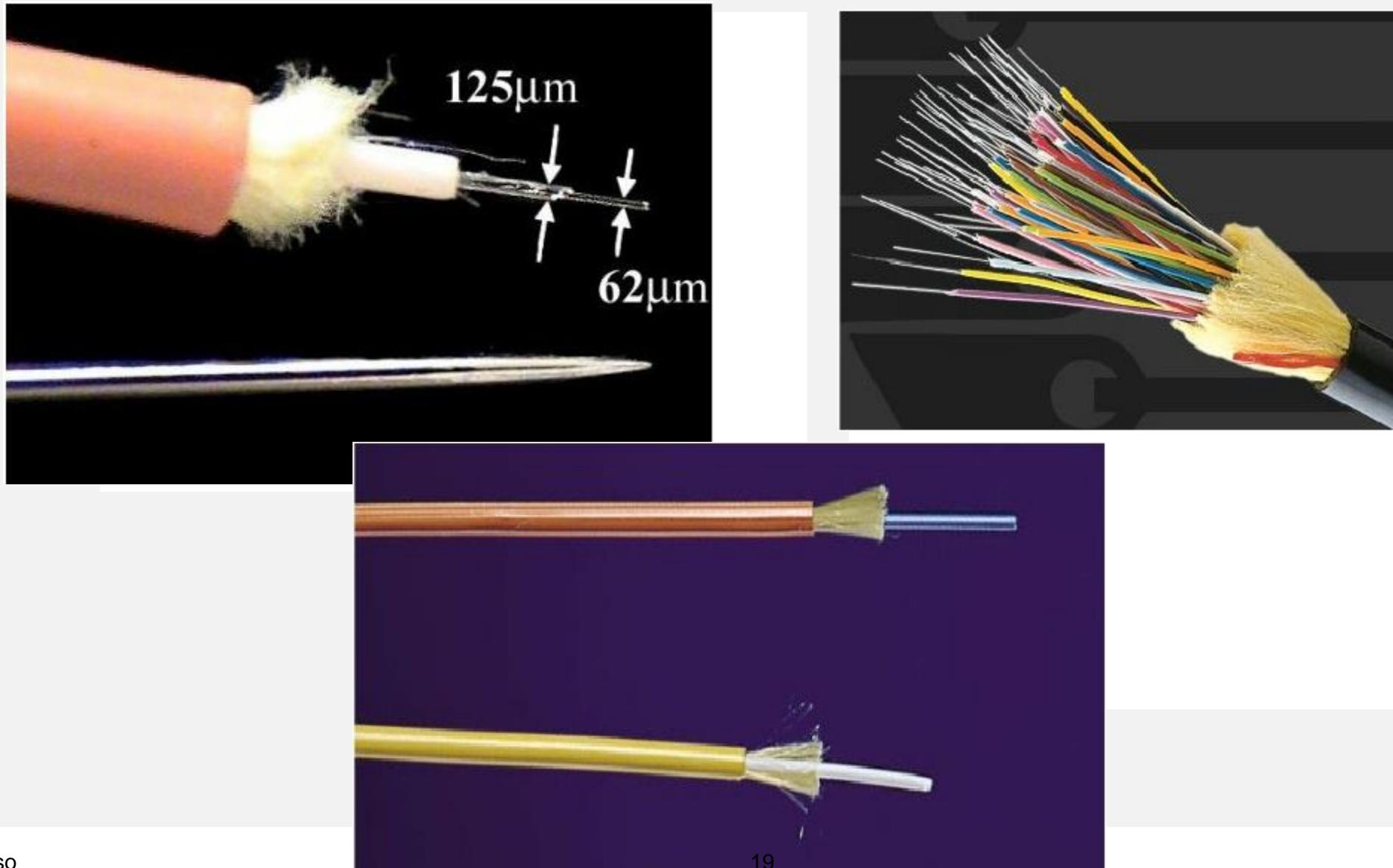
- Tecnologia atual de fibra permite largura de banda na faixa de Tbps
- Problema: conversão sinal elétrico-sinal óptico
 - Solução: sistema óptico completo
- Componentes de um sistema de TX óptico
 - Fonte de luz:
 - bit 1: pulso de luz
 - bit 0: ausência
 - Detector: gera um pulso elétrico ao receber um pulso de luz

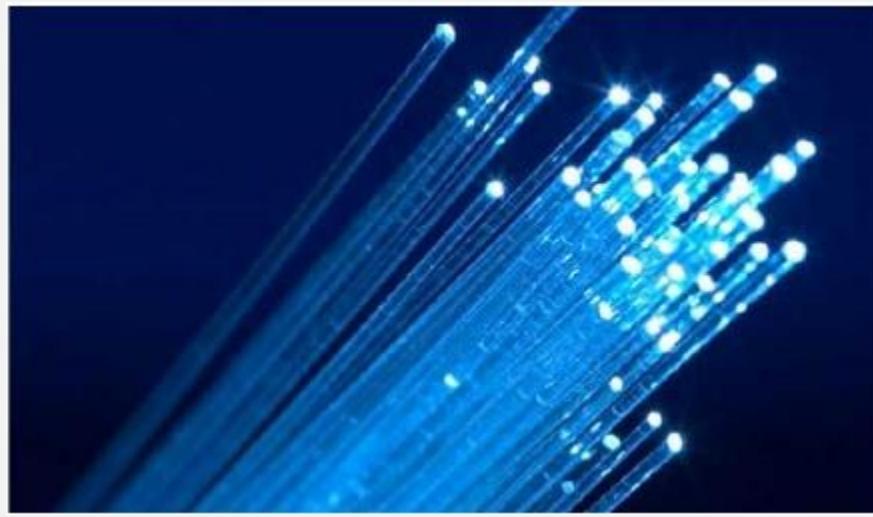
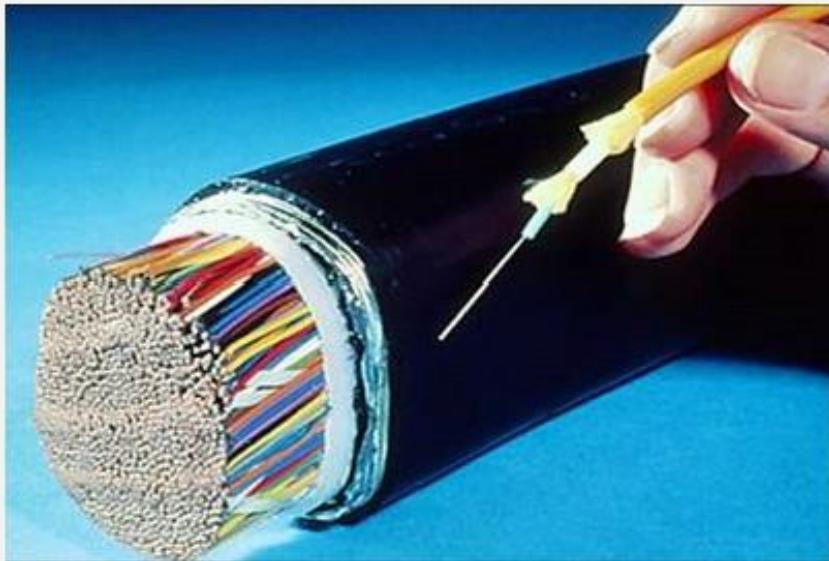


Cabo de Fibra Óptica



Cabo de Fibra Óptica



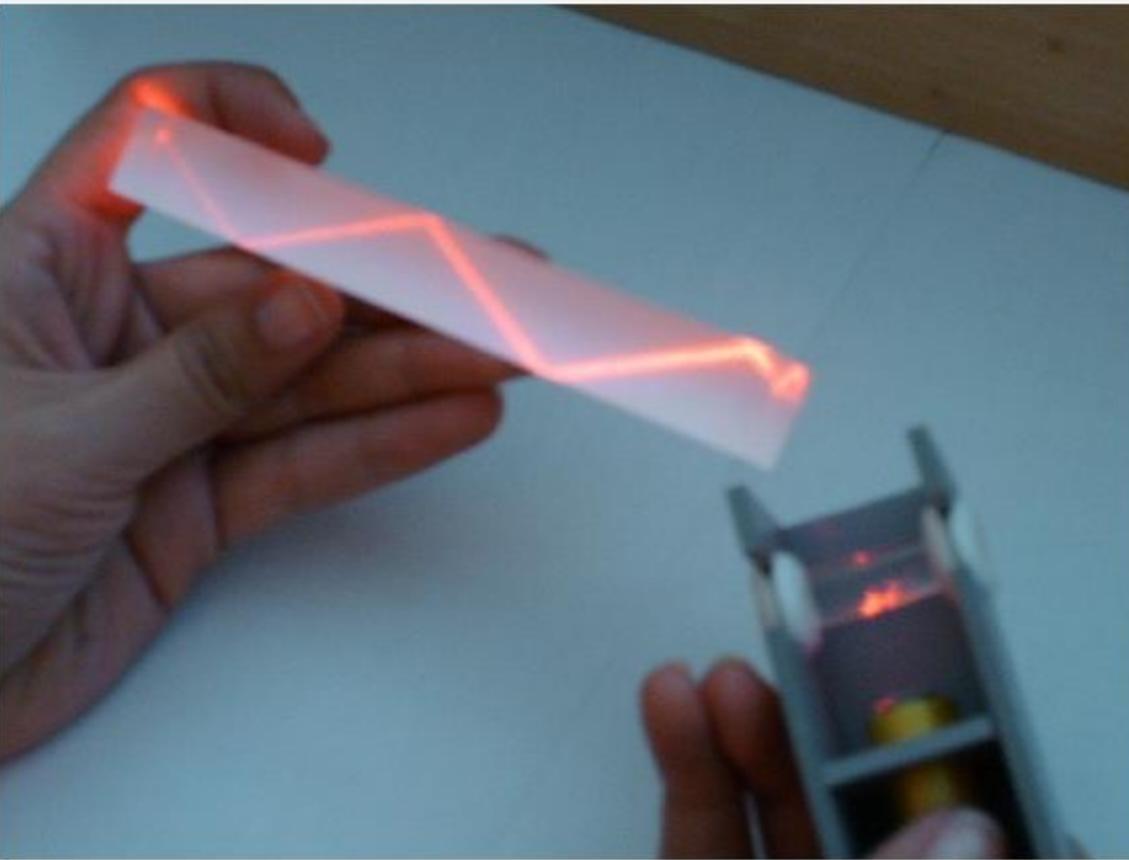


Fabricação da Fibra Óptica:

<http://www.youtube.com/watch?v=EK9bbIRKayA>



Refração



Tipos de Fibra

■ MONOMODO (SMF - singlemode fibre)

- O pequeno diâmetro do núcleo das fibras monomodo faz com que a luz se concentre em um único feixe, que percorre todo o cabo com um número relativamente pequeno de reflexões.

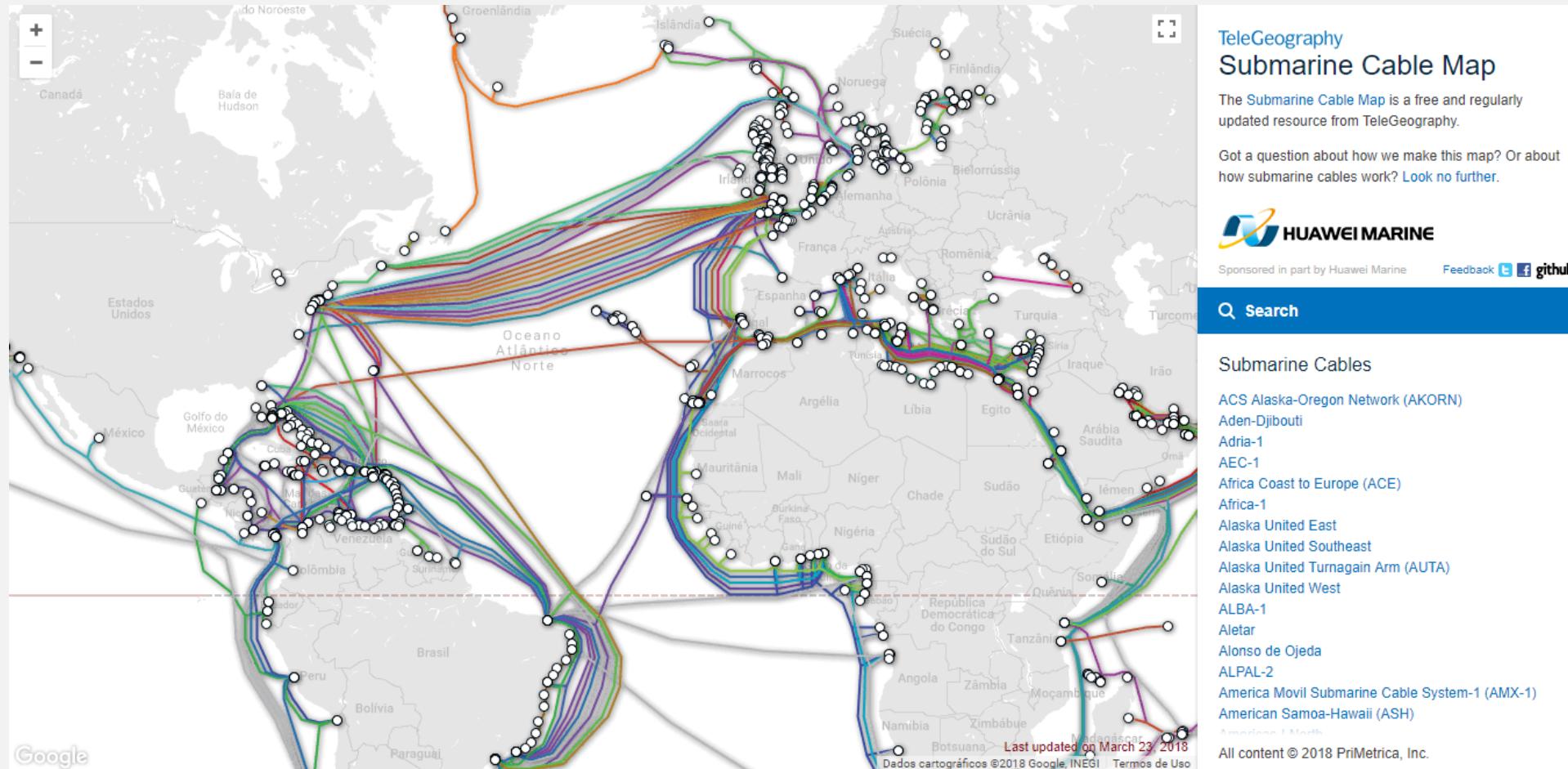
■ MULTIMODO (MMF - multimode fibre)

- São mais baratas e o núcleo mais espesso demanda uma precisão menor nas conexões, o que torna a instalação mais simples, mas, em compensação, a atenuação do sinal luminoso é muito maior.

Tipos de Fibra

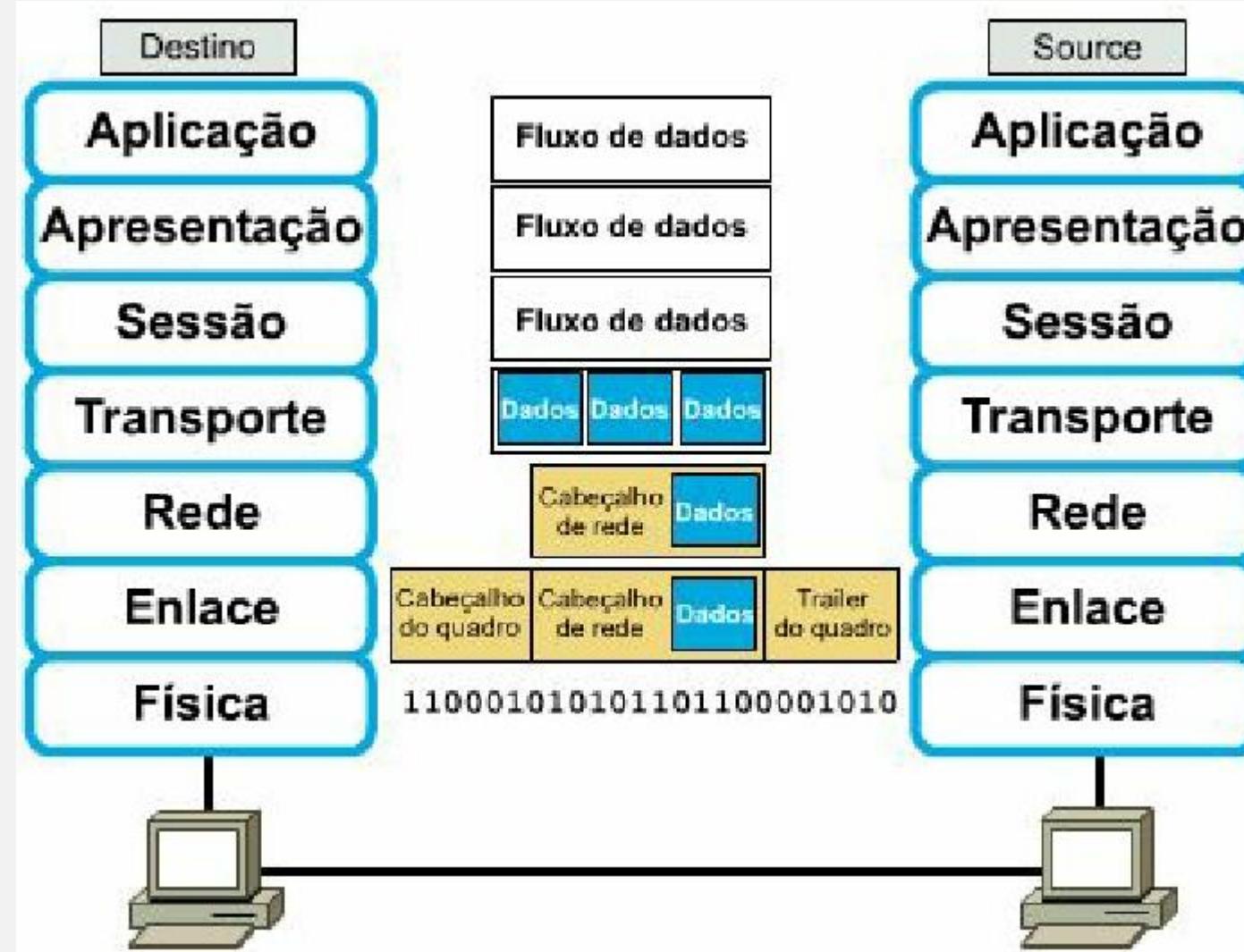
- As fibras multimodo permitem um alcance de até 550 metros no 1Gigabit Ethernet e 300 metros no 10 Gigabit.
- Enquanto as fibras monomodo podem atingir até 80 km no padrão 10 Gigabit.

Backone de Cabos de Fibra

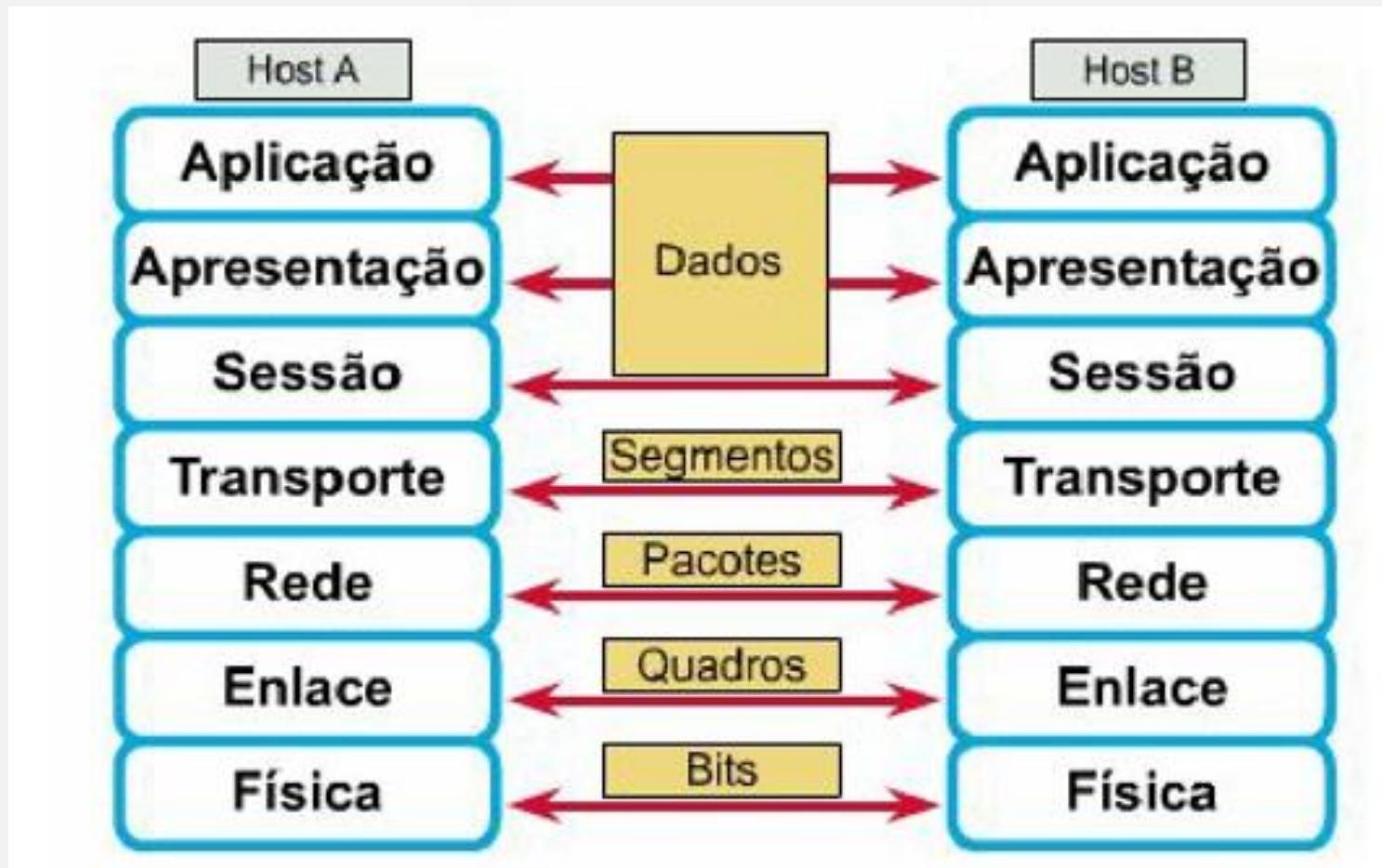


<https://www.submarinecablemap.com/#/>

Encapsulamento de Dados



Comunicação Ponto a Ponto



Fibra x Cabeamento Eletromagnético

■ Vantagens da fibra:

- Alcance
- Capacidade de transmissão
- Segurança: sem vazamentos e difíceis de “fazer um gato”
- Menor peso

■ Desvantagens:

- Custo da fusão
- Custo de equipamentos

Rede Elétrica

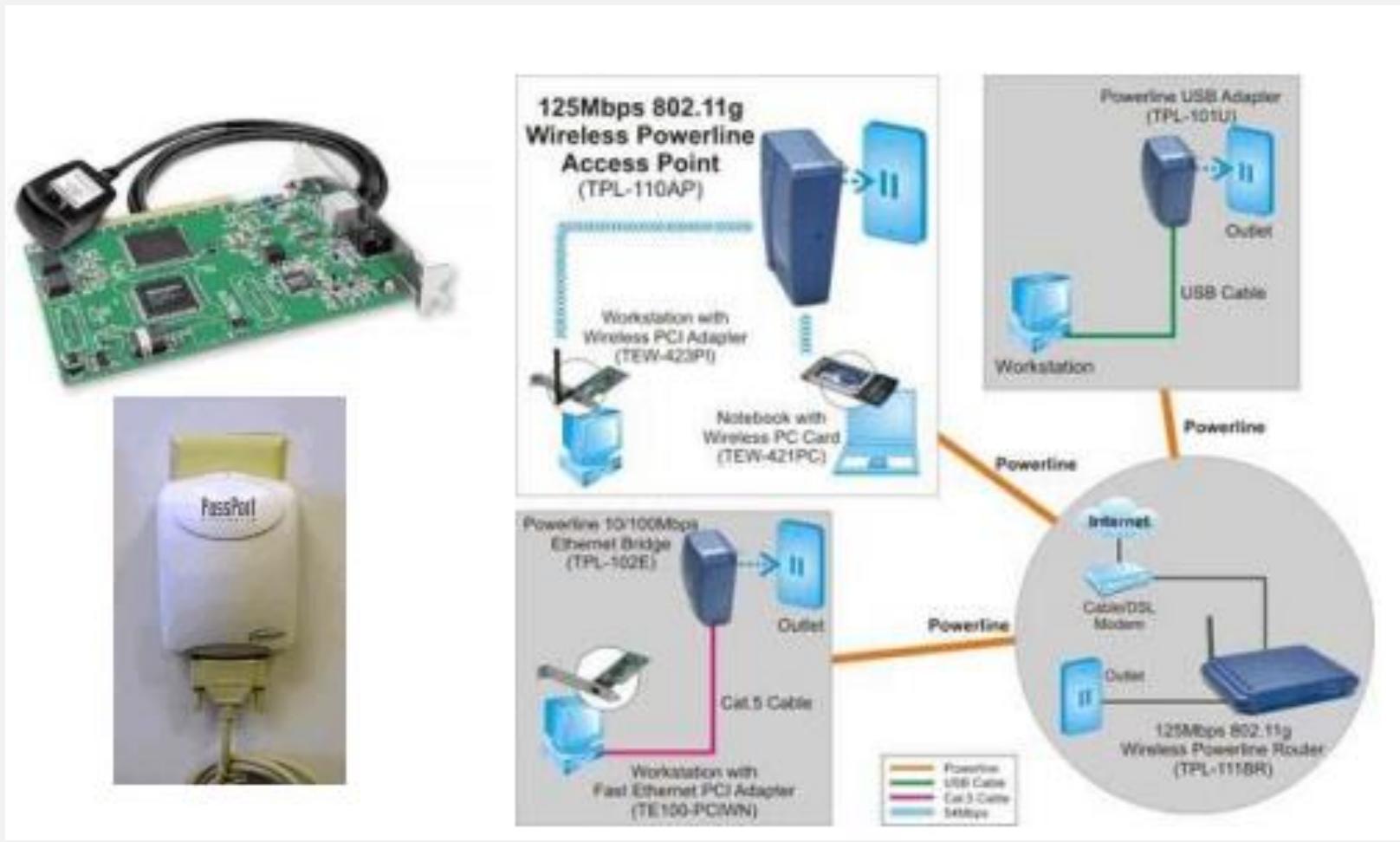
- PLC (Power Line Communications)
- Transmissão de dados pela rede elétrica:
 - Faixa freqüência: de 1.7 a 30 MHz.
 - Unidades concentradoras (Head End),
 - Repetidoras
 - Unidades de Terminação de Cliente (Customer Premise Equipment - CPE)



Rede Elétrica



Rede Elétrica - Equipamentos



Espectro Eletromagnético

- Espectro é uma “ferramenta conceitual” usada para organizar e mapear um conjunto de fenômenos físicos
- Campos elétrico e magnético produzem ondas eletromagnéticas que se propagam pelo espaço em freqüências diferentes
- O conjunto de todas as freqüências é chamado de espectro eletromagnético

Espectro Eletromagnético

- **Frequência (f):**

- ◆ Número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética (medida em Hertz)

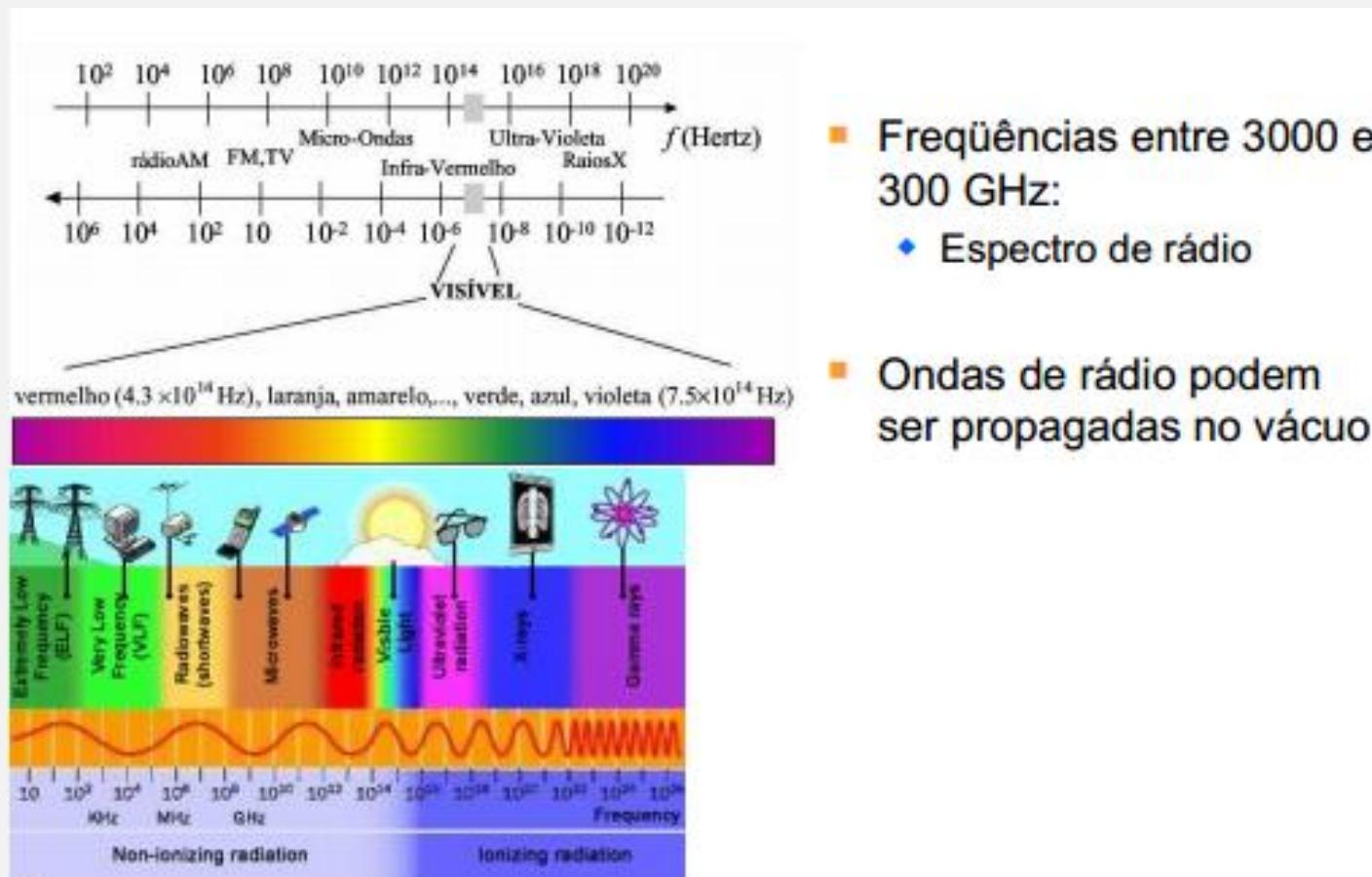
- **Comprimento de onda (λ):**

- ◆ Distância entre dois pontos máximos (mínimos) consecutivos

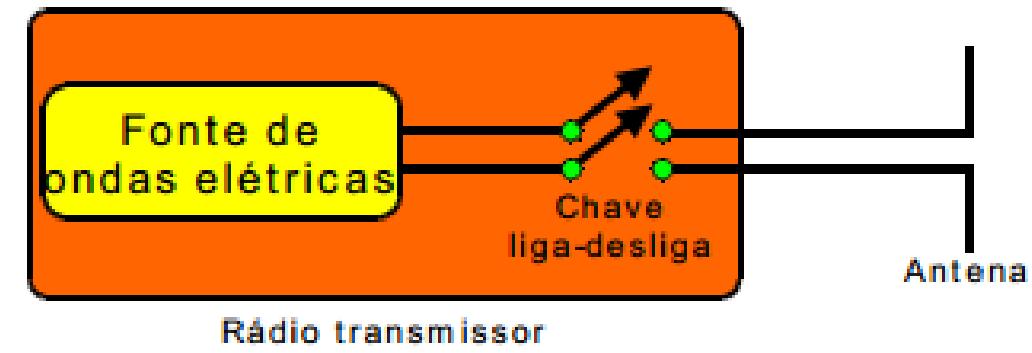
Espectro Eletromagnético

- Velocidade da luz:
 - Vácuo (c) = 3×10^8 m/s
 - Cobre ou fibra = $2/3$ vácuo
- Relação: $\lambda f = c$
 - Para $f = 1$ MHz, $\lambda = 300$ m (vácuo)
 - Para $f = 30$ GHz, $\lambda = 1$ cm (vácuo)

Espectro Eletromagnético



Rádio, Transmissor, Dado, Voz e Vídeo



Propagação de Ondas

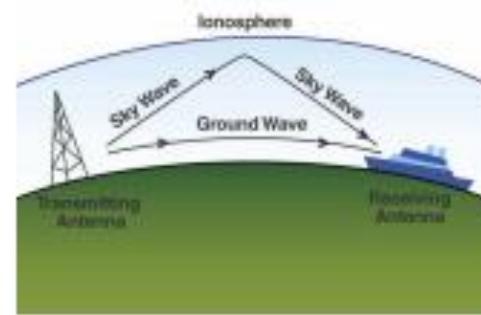
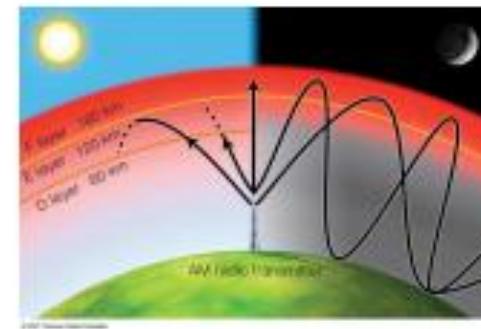
- Reflexão
- Absorção
- Desvanecimento com a distância:
 - ◆ Inverso do quadrado no espaço livre (teórico)
 - ◆ Na prática, pior que isso

Propriedade Físicas da Onda

Freqüência	Comprimento de onda	Propriedades interessantes	Usos típicos
10 kHz	30 km	Ondas penetram uma distância significativa na água	Comunicação sub-aquática
100 kHz	3 km		Navegação
1000 kHz (1 MHz)	300 m		Rádio AM
10 MHz	30 m	Reflexão pela ionosfera	Rádio CB Difusão HF
100 MHz	3 m		Rádio FM, TV
1000 MHz (1 GHz)	30 cm		Rádio celular, TV UHF (superior)
10 GHz	3 cm	Ondas bloqueadas por chuva intensa	TV satélite, comunicação ponto-a-ponto, radares

Ondas de Rádio

- Fácil de gerar
- Se propagam por longas distâncias em todas as direções
 - ◆ TX e RX não precisam estar fisicamente alinhados
- Penetram edificações facilmente
 - ◆ Usadas para comunicação interna e externa



Ondas de Rádio

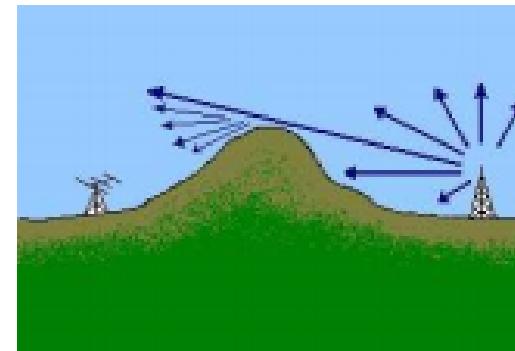
- Propriedades dependem normalmente da frequência
- Baixa:
 - passam facilmente por obstáculos
 - perdem potência rapidamente com a distância
- Alta:
 - tendem a se propagar em linha reta
 - são refletidas ao encontrarem obstáculos
 - são absorvidas pela chuva
- Qualquer:
 - sofrem interferências de motores e outros equipamentos elétricos

Microondas

- Ondas propagam em linha reta acima de 100 MHz
- Possuem uma taxa sinal/ruído mais alta
- Antenas (pratos) de TX e RX devem estar alinhados

Microondas

- Estações repetidoras são necessárias se TX e RX não são visíveis diretamente
- Não penetram edificações facilmente
- Ondas podem ser refratadas e levarem um pouco mais de tempo para chegarem que ondas diretas
 - Sinal pode ser cancelado--efeito multipath fading



Microondas

- Principal vantagem sobre fibra óptica:
 - ◆ Não é necessário ter o “direito de passagem” (right of way)
- Tecnologia relativamente barata
- Existem bandas específicas para finalidades industriais, científicas e médicas
 - ◆ Não estão sujeitas a regras de licenciamento
 - ◆ Exemplo: ISM (Industrial, Scientific, Medical) 2.4 GHz

Infravermelho e ondas Milimétricas não guiadas

- Muito utilizadas para comunicações a pequenas distâncias
 - ◆ Controle remoto de equipamento eletrônico (TV, VCR, som, etc)
 - ◆ Algumas interfaces atuais de computadores
- TX e RX precisam estar ± alinhados
- São baratos e fáceis de instalar
- Não passam por objetos sólidos
 - ◆ Usado em ambientes de segurança

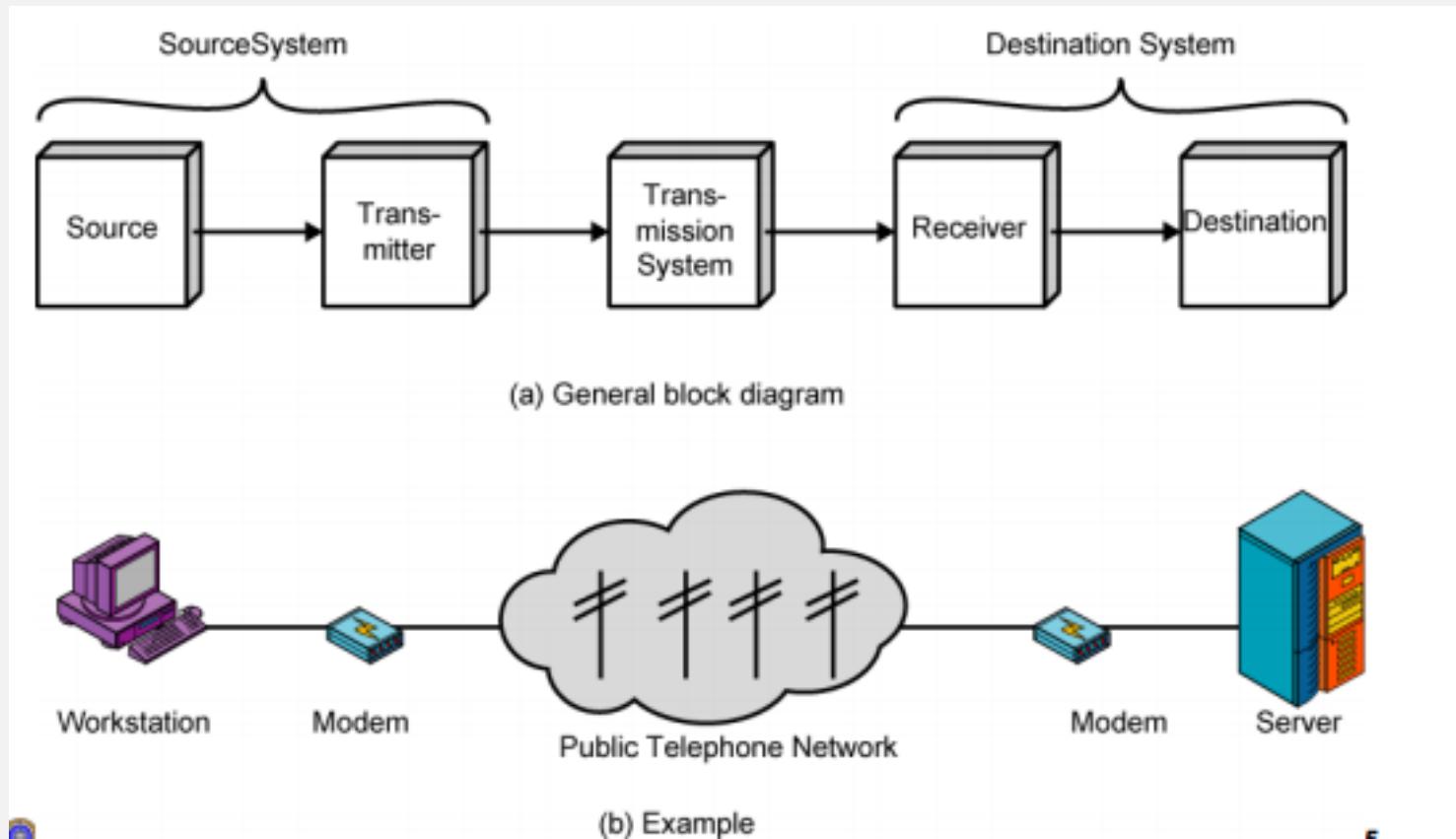
Infravermelho e ondas Milimétricas não guiadas

- Tendem a se comportar mais como luz visível e menos como ondas de rádio
- Tipo de tecnologia que não pode ser utilizada em ambientes externos
- Opção para comunicação numa LAN sem fio

Rede Pública

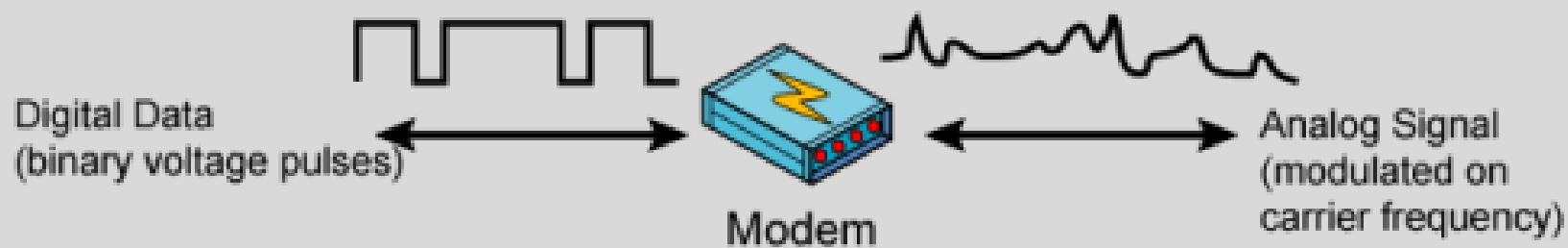
- Solução de comunicação quando é necessário enviar dados através de uma infra-estrutura pública
 - PSTN (*Public Switched Telephone Network*) projetada para transmitir voz
 - Fortemente ligada a redes de computadores de longa distância, principalmente no passado

Rede Pública

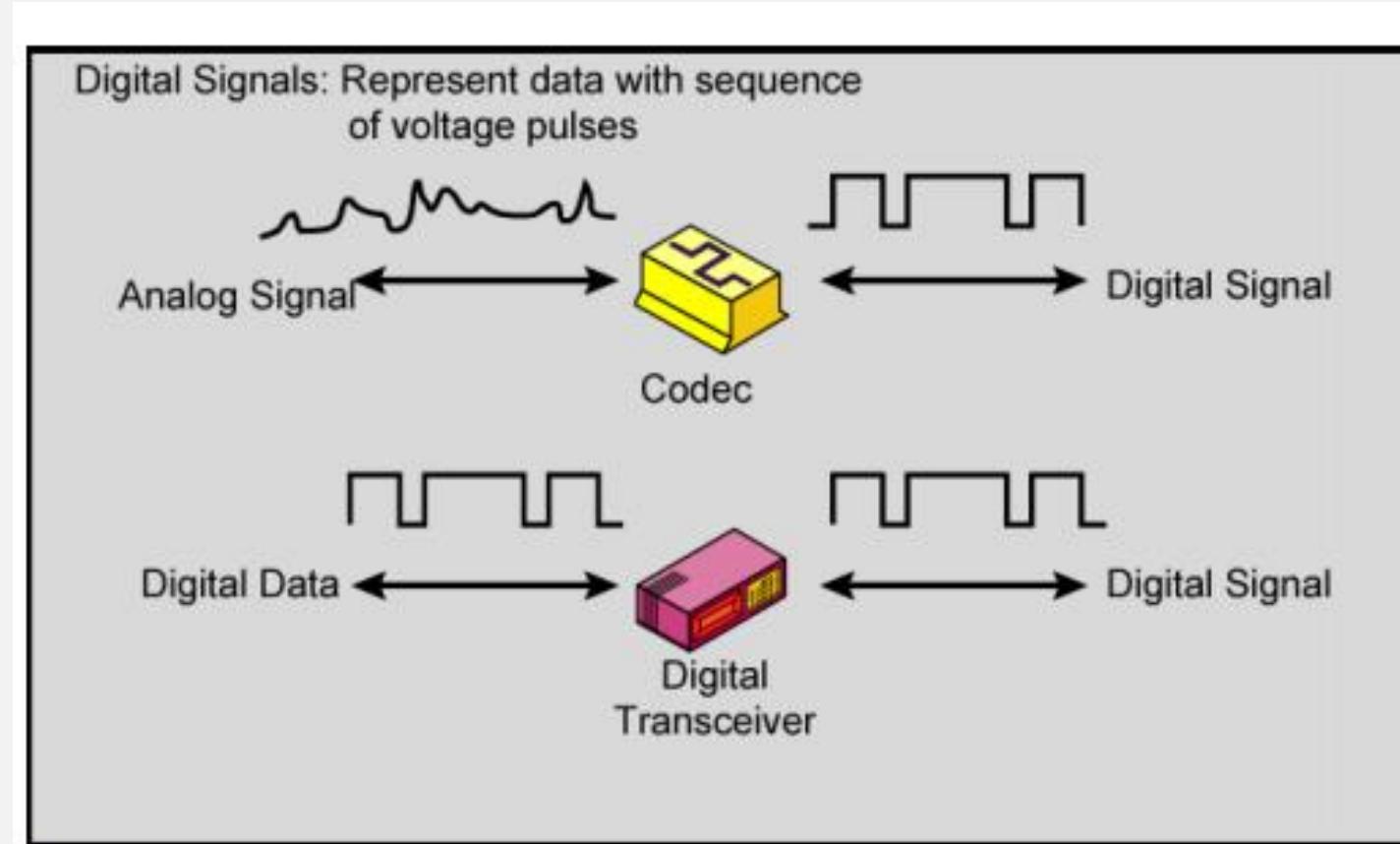


Sinais Analógicos

Analog Signals: Represent data with continuously varying electromagnetic wave

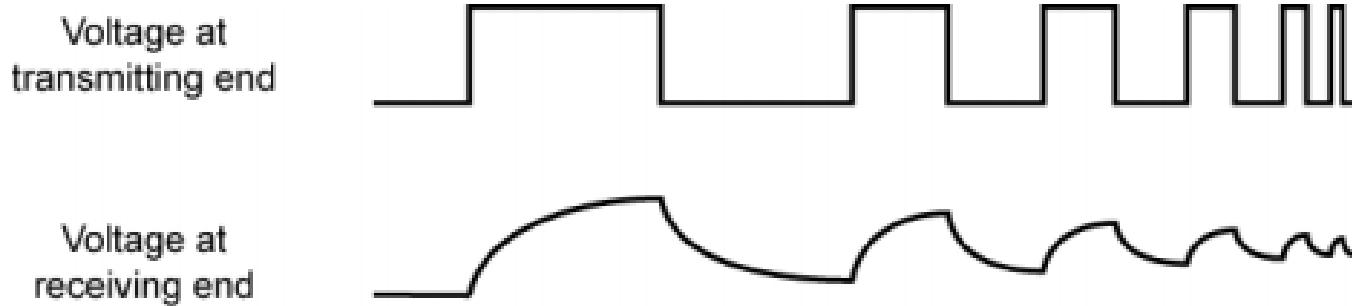


Sinais Digitais

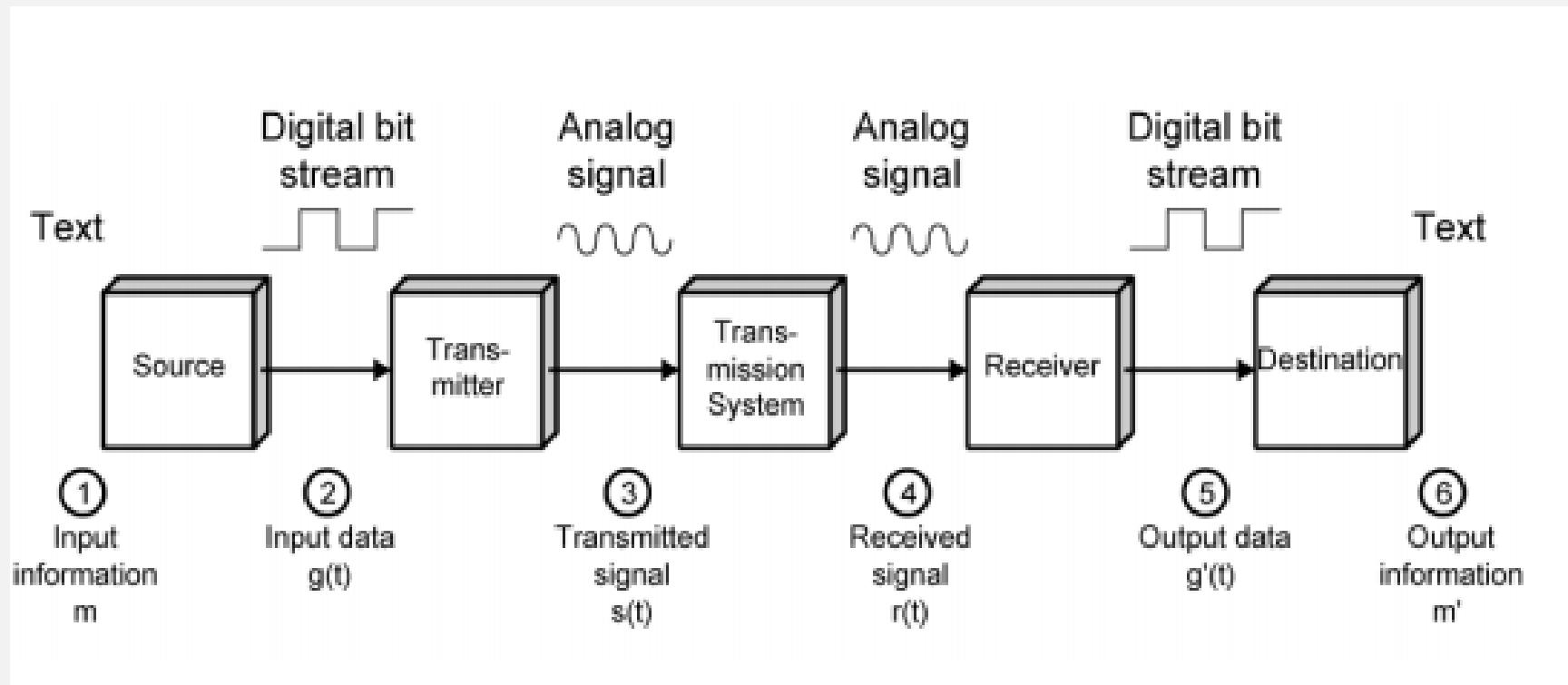


Sinais Digitais

- + Mais barato
- + Menos susceptível a ruídos
- + Forma preferida atualmente
- Maior atenuação



Modelo de Comunicação de Dados



Capacidade do Canal

- Taxa máxima de comunicação
- É função de:
 - ◆ Taxa de comunicação (bits/s)
 - ◆ Largura de banda (Hz)
 - ◆ Ruído no canal
 - ◆ Taxa de erros
- Limitações devido a propriedades físicas do canal

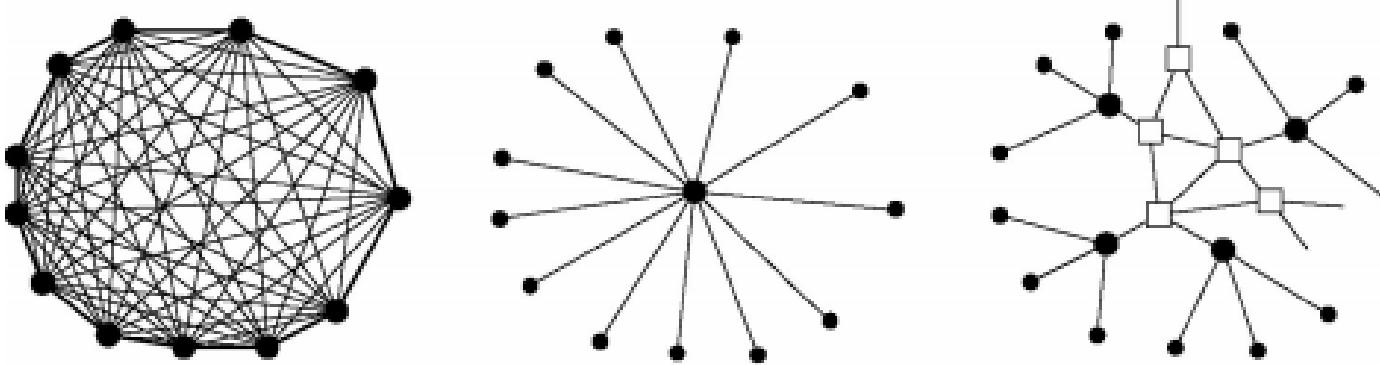
Capacidade do Canal

- Considere a relação de taxa de dados, ruído e taxa de erros:
 - Taxas de dados maiores diminuem o tempo de transmissão de cada bit e uma rajada de ruído afeta mais bits
 - Dado um nível de ruído, valores mais altos implicam taxas de erro maiores
- Shannon propôs uma fórmula que relaciona esses fatores a taxa sinal-ruído (em decibels)
 - $\text{SNR}_d = 10 \log_{10}(\text{signal}/\text{noise})$
 - Capacidade máxima teórica do canal $C = B \log_2(1+\text{SNR})$
 - ➔ Menor na prática

Estrutura do Sistema de Telefonia



Estrutura do Sistema de Telefonia



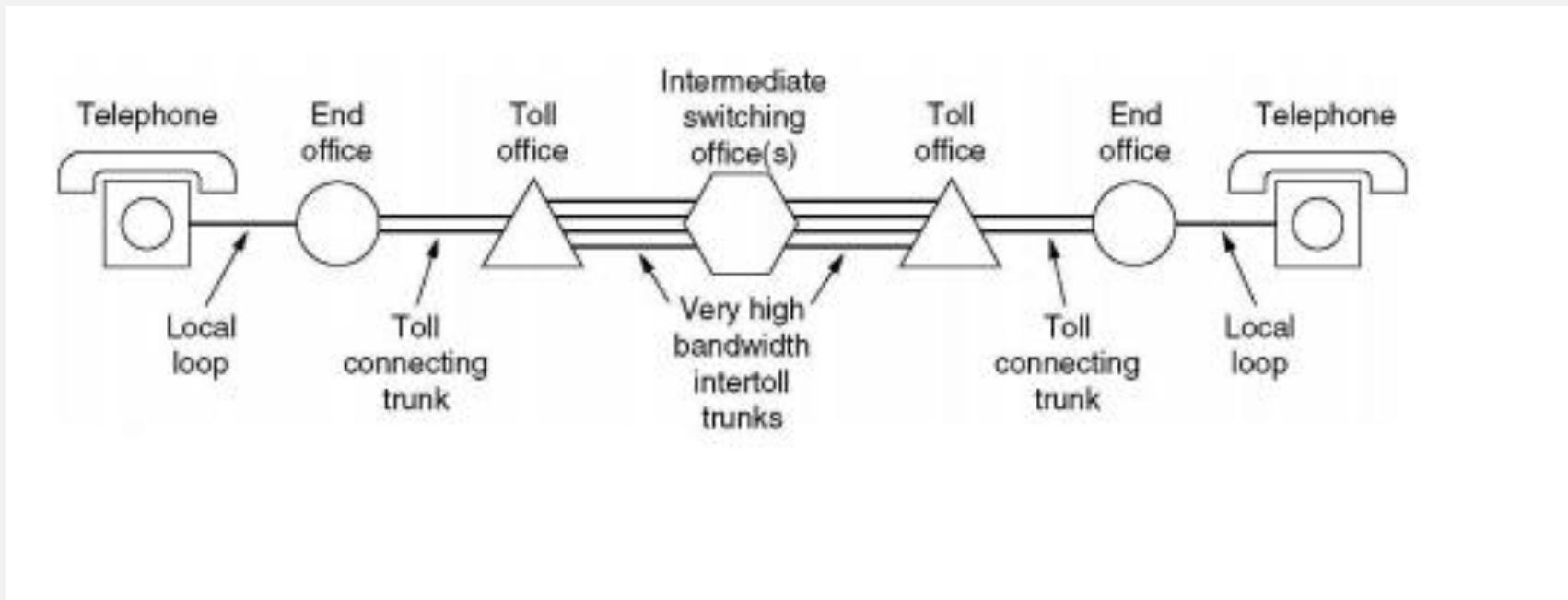
(a)

(b)

(c)

- (a) **Modelo inicial:** cada um resolve o seu problema de conectividade
- (b) Primeiro modelo usando uma única central manual de comutação
- (c) Primeiro modelo hierárquico de dois níveis

Estrutura do Sistema de Telefonia

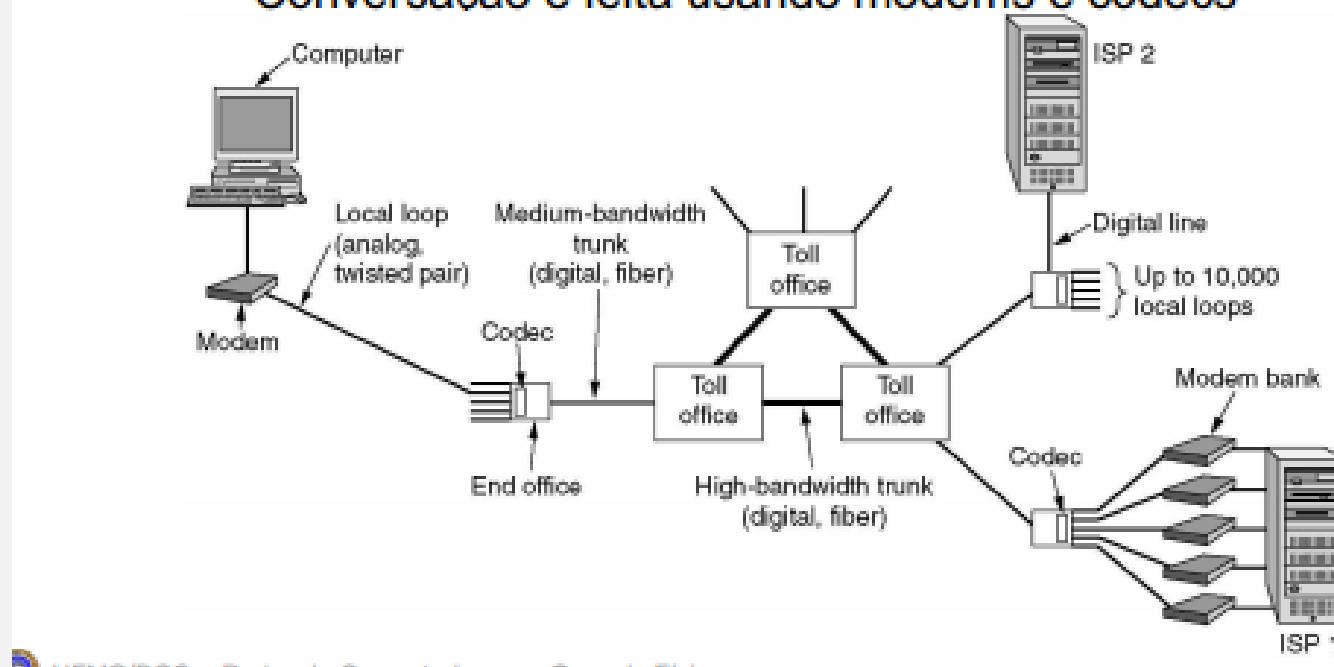


Estrutura do Sistema de Telefonia

- Centrais de comutação
 - Infra-estrutura de cabeamento ligando terminais telefônicos às centrais (*Local loops*)
 - Infra-estrutura de conexões entre centrais de comutação (*Trunks*)

Estrutura do Sistema de Telefonia

- Transmissões analógica e digital para uma chamada entre computadores
 - Conversação é feita usando modems e codecs



Problemas na Transmissão em um Local - Loop

- Atenuação: perda de energia
 - Em meios guiados, o sinal cai logaritmicamente com a distância
 - Perda depende da freqüência
 - Amplificadores devem ser introduzidos
- Distorção: harmônicos se propagam em velocidades diferentes causando interferências na recepção

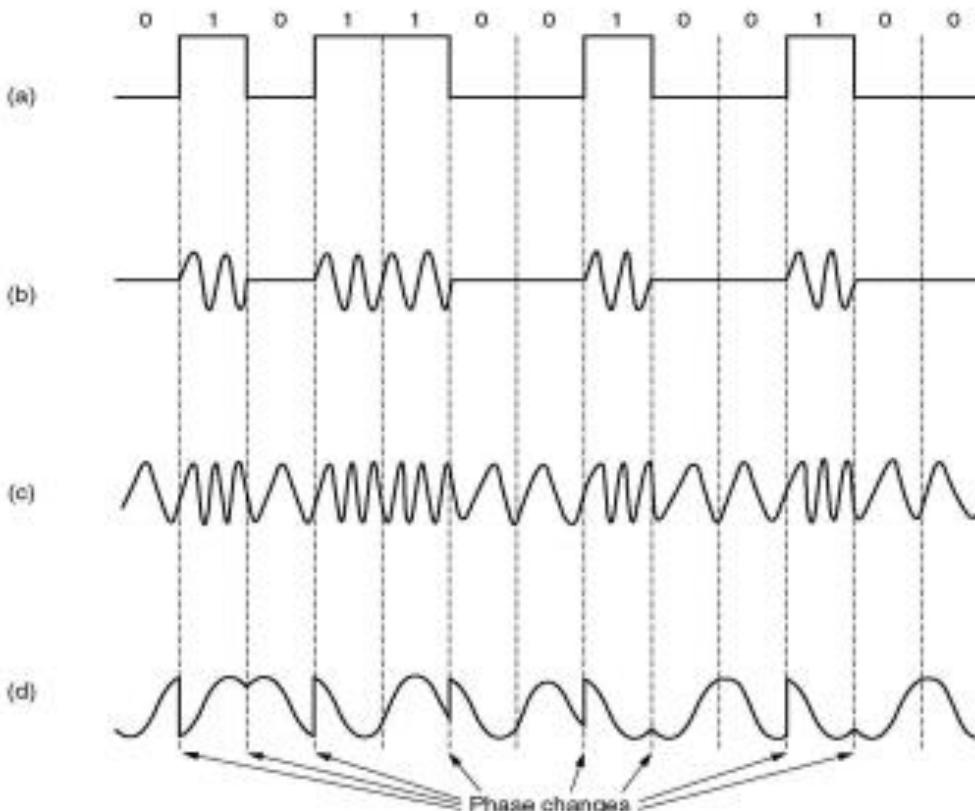
Problemas na Transmissão em um Local - Loop

- Ruído: interferência de outras fontes no sinal enviado pelo TX
 - ◆ Ruído térmico: movimento randômico dos elétrons
 - ◆ *Cross talk*: acoplamento indutivo entre dois fios que estão perto
 - ◆ Ruído causado por descargas diversas

Modem

- MOdulator/DEModulator
- Primeira forma de acesso a redes
- Uso das frequências do telefone (voz)
- ADSL, DSL: uso das frequências não utilizadas pelo telefone
- DSL x modem: modem tem menor faixa de frequência

Modem



(a) Sinal binário

(b) Modulação em amplitude

(c) Modulação em frequência

(d) Modulação em fase

Modem

- Sinal não deve ter um grande número de freqüências para evitar problemas de atenuação e distorção
- Ondas quadradas (e.g., sinal digital) possuem um grande espectro
 - ◆ Sinalização banda base (DC) não é apropriada, exceto em baixas velocidades e pequenas distâncias
- Sinalização AC é usada

Modem

- O que é?

- Dispositivo que aceita uma seqüência de bits de entrada e produz uma portadora modulada na saída, e vice-versa

- Transmissão é feita modulando-se um dos parâmetros da portadora (*carrier*):

- Amplitude: dois níveis de tensão são usados para representar 0 e 1
 - Freqüência: dois tons são usados
 - Fase: a portadora é deslocada em diferentes ângulos

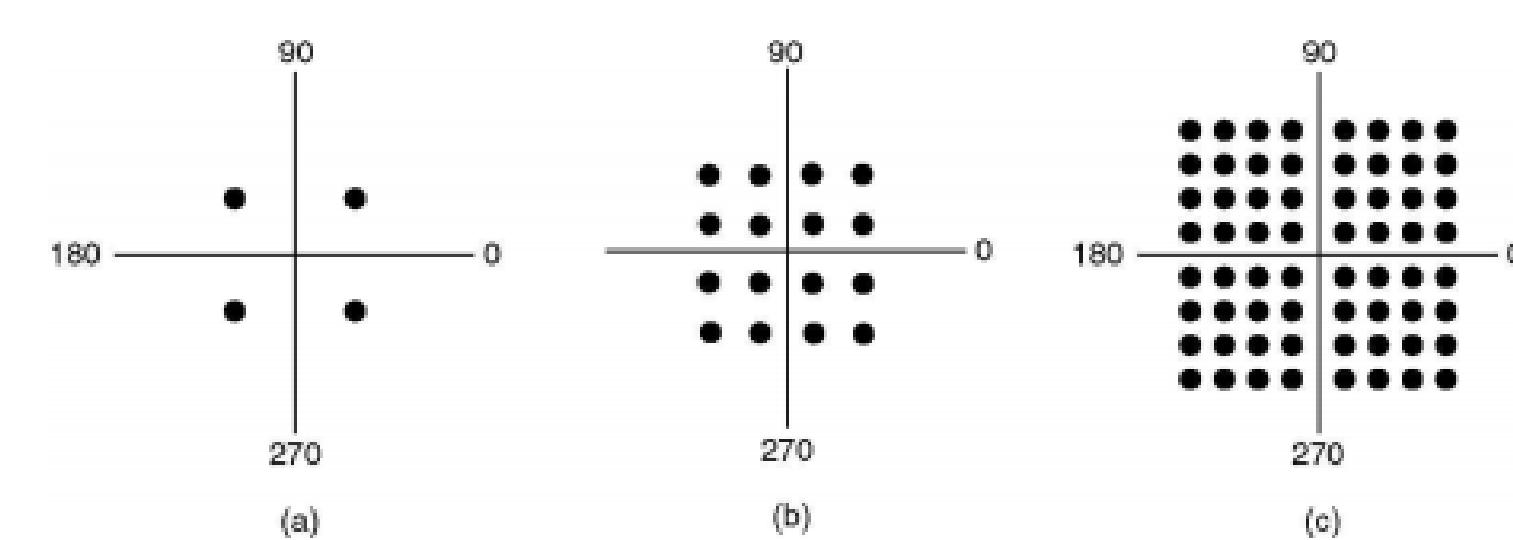
Modem

- Como aumentar a velocidade de transmissão?
 - ◆ Transmitir mais bits em cada sinalização de linha, ou seja, por baud
- Modems modernos usam diferentes técnicas de modulação
 - ◆ Tipicamente, amplitude e deslocamento de fase

Modulação

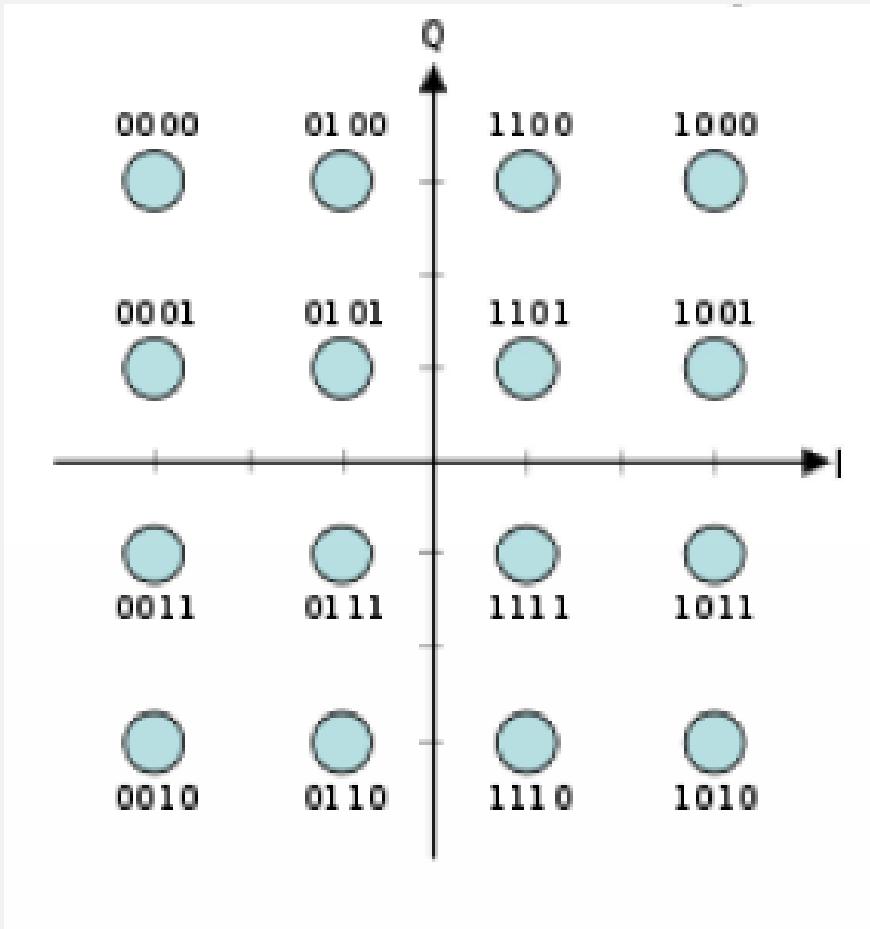
- Frequência de amostragem = *baud*
- A cada amostragem, transmite-se 1 símbolo
- A quantidade de *bits por símbolo* depende da codificação
 - ◆ OOSK: 1 bit por símbolo
 - ◆ QPSK: 2 bits por símbolo
 - ◆ QAM16: 4 bits por símbolo
 - ◆ QAM64: 6 bits por símbolo

Modem – Padrões de Constelação

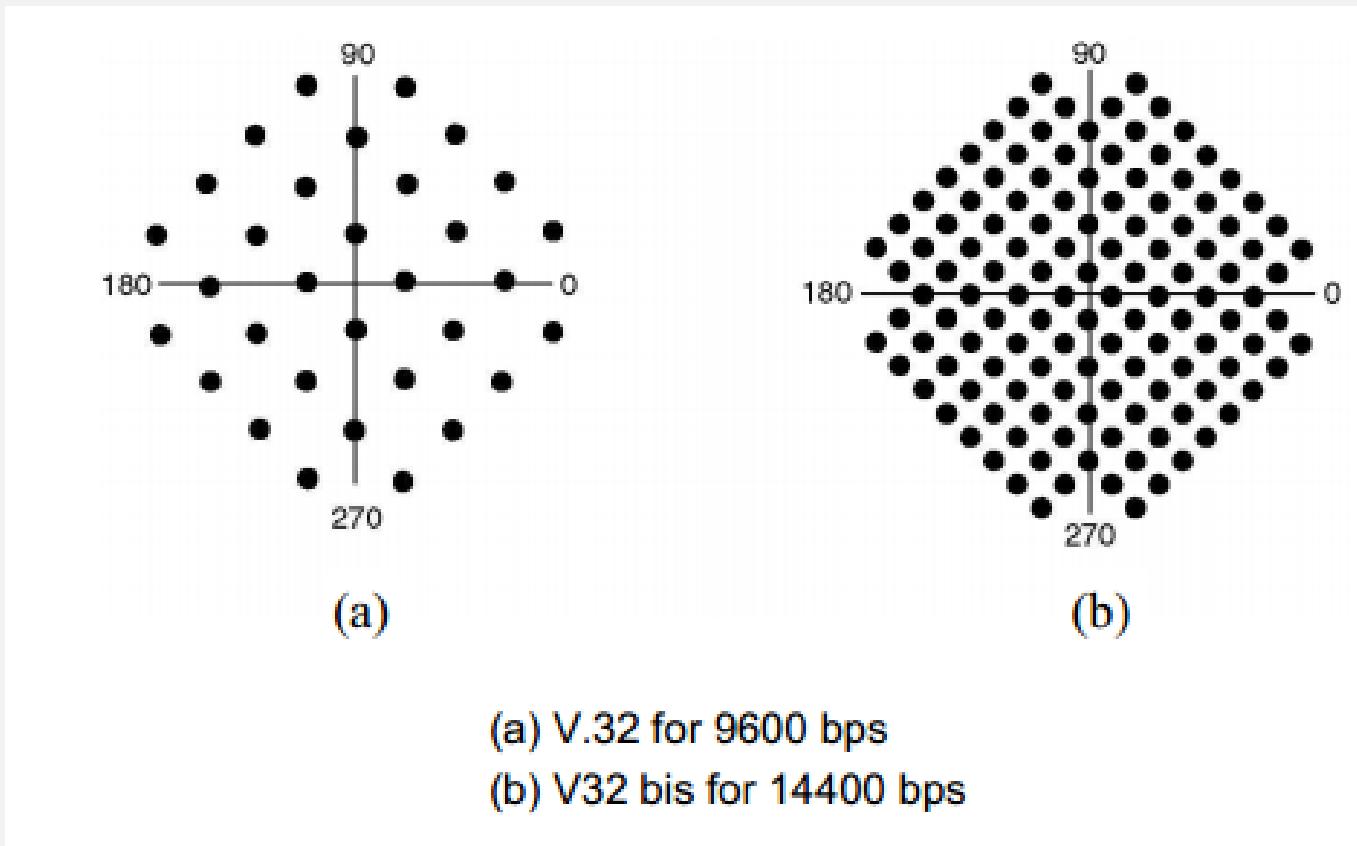


- (a) QPSK: (Quadrature Phase Shifting Keying) variante da modulação PSK (a amplitude e a freqüência permanecem sempre inalteradas) no qual quatro diferentes ângulos de fase ortogonais são utilizados.
- (b) QAM-16: (Quadrature Amplitude Modulation) técnica que combina modulação por amplitude (AM) com modulação por fase (PSK).
- (c) QAM-64

Modem – Padrões de Constelação

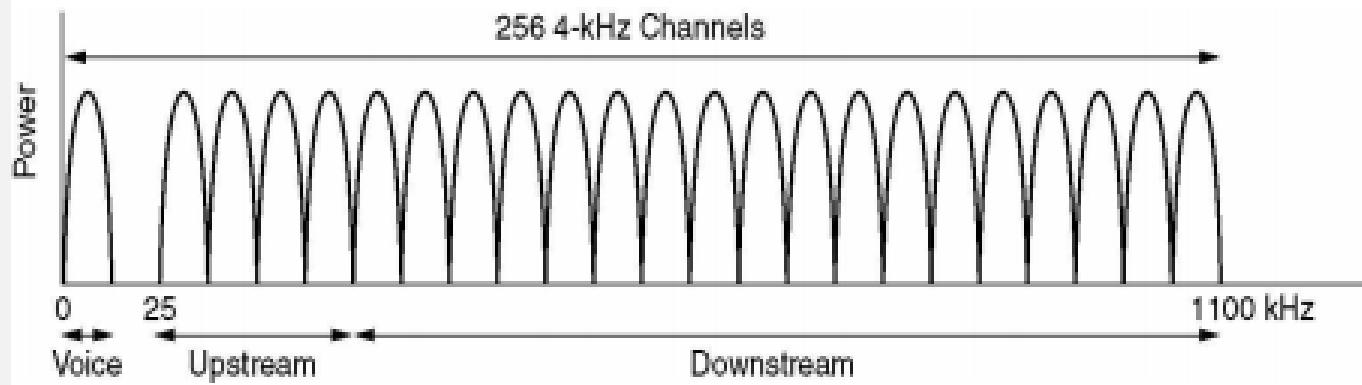


Modem – Padrões de Constelação



xDSL

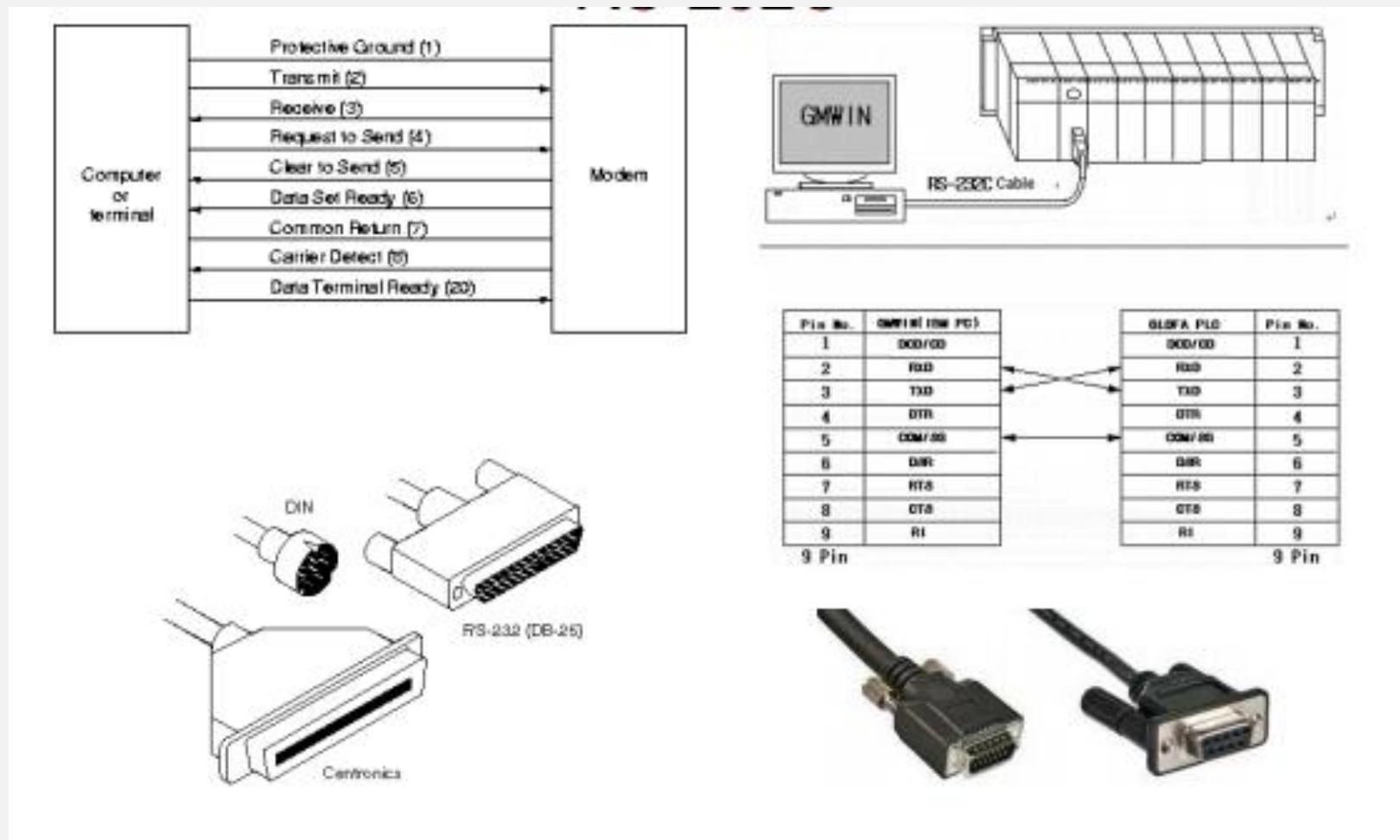
- Uso de frequências além da usada na voz
- Modems (56kbps) -> ADSL2+ (24Mbps)
- ADSL – Assimétrico: velocidade upstream \neq downstream
- Transmissão por canais



RS 232C e RS-499

- Interface computador/terminal-modem
- Exemplo de protocolo da camada física
- Partes:
 - DTE: *Data Terminal Equipment* (computador/terminal)
 - DCE: *Data Circuit-Terminating Equipment* (modem)

RS 232C



RS 232C

- Especificação mecânica
 - ◆ Conectores (9 pinos)
- Especificação elétrica
 - ◆ Níveis de tensão para o bit 1 (-3V) e bit 0 (+4 V)
 - ◆ Taxa máxima de dados (≤ 20 kbps)
 - ◆ Comprimento máximo dos cabos (≤ 15 m)

RS 232C

- A conexão entre dois computadores (dentro da distância permitida) é feita através de um cabo “*null modem*”
- Problemas do padrão RS-232C
 - Taxa máxima de transferência de dados e comprimento máximo do cabo

USB – Universal Serial Bus

- Visão geral:
 - Padrão *plug-and-play* para interconexão de periféricos
 - Padronizado pelo "USB Implementers Forum"
- Detalhes técnicos:
 - Conexão Host/Slave
 - PC (*host*) gerencia todas transferências; periféricos (*slave*) apenas responde
 - Suporta 127 slaves/host
 - Conexão física:
 - Conexão de quatro fios
 - Dois fios para energia (+5 e GND)
 - Dois fios (par trançado) para *synchronous serial data*
 - Computador fornece energia (até 500 mA)

USB - História

- USB 1.0 (Jan/1996), 1.1 (Set/1998)
 - Disponível para PCs com Windows 95 (OEM Service Release 2)
 - Low-Speed (1.5 Mbps) e Full-Speed (12 Mbps)
- USB 2.0 (Abr/2000)
 - Hi-Speed (480 Mbps)
- Extensões
 - USB On-The-Go (OTG)
 - Conexão direta entre periféricos
 - Wireless USB (WUSB)
 - Conexão sem fios
 - Baseado no Ultra Wide Band (UWB)

USB - Dispositivos

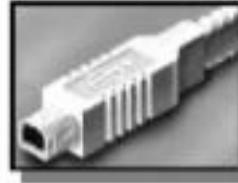
■ Interface

- Conectores série A e série B
 - Assegura conectividade correta
 - Evita concatenação de cabos
- Transmissão de dados em par trançado
- Fios para fornecimento de energia

■ Definição de classes de dispositivos

- Facilita o desenvolvimento e a adaptação de drivers
- Quantidade e tipo de endpoints: obrigatórios na especificação
- Descritores padrão e modo de utilização de dados são opcionais

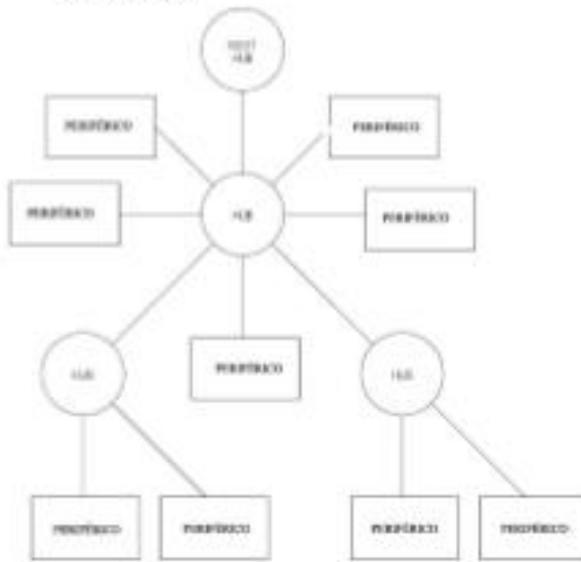
USB - Dispositivos

Series "A" Connectors	Series "B" Connectors
<ul style="list-style-type: none">Series "A" plugs are always oriented upstream towards the <i>Host System</i>  <p>"A" Plugs (From the USB Device)</p>  <p>"A" Receptacles (Downstream Output from the USB Host or Hub)</p>	<ul style="list-style-type: none">Series "B" plugs are always oriented downstream towards the <i>USB Device</i>  <p>"B" Plugs (From the Host System)</p>  <p>"B" Receptacles (Upstream Input to the USB Device or Hub)</p>

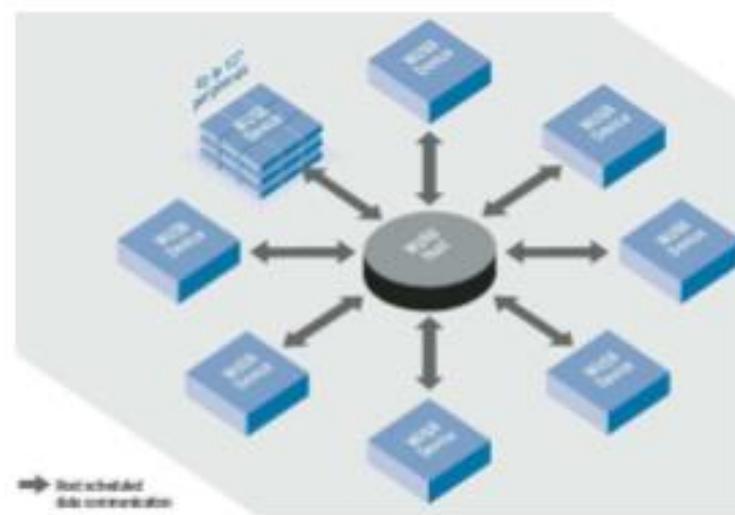


USB - Topologia

- USB estrela em camadas (*Tiered Star*)
 - ◆ Host (centro da rede): inicia todas as transmissões de dados



- Wireless USB estrela
 - ◆ Ausência de hubs



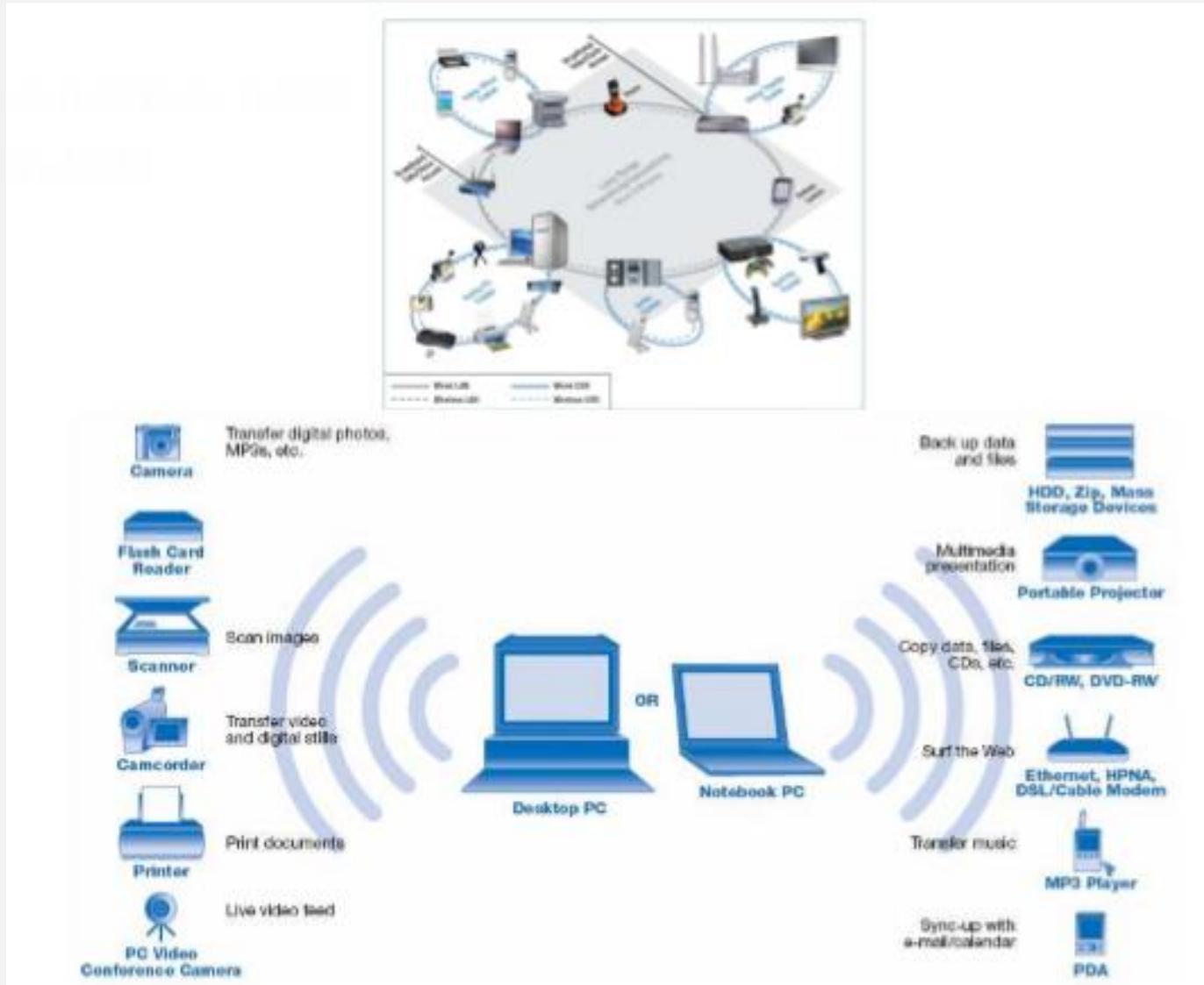
USB - Enumeração

- Procedimento de inserção de um dispositivo na rede USB
- Estados do dispositivo:
 - ◆ Energizado
 - ◆ Padrão
 - ◆ Endereçado
 - ◆ Configurado
 - ◆ Plugado
 - ◆ Suspenso

Razões para Wireless USB

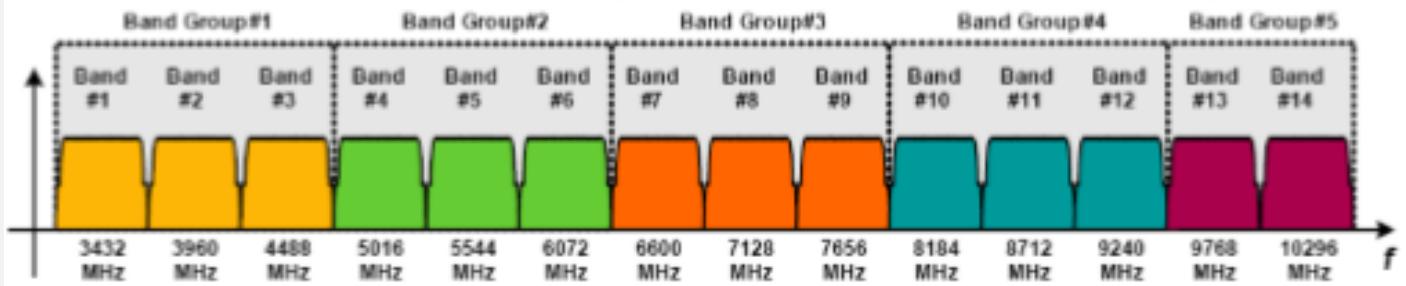
- Solução USB (com fio):
 - ◆ Cabos restrigem conectividade
 - ◆ Podem se tornar um problema
 - ◆ No momento, fornece taxa de transferência menor que sem fio (WUSB)
- Soluções atuais de comunicação sem fio:
 - ◆ Bluetooth (PAN)
 - ▣ Taxa de até 3 Mbps não é suficiente para aplicações como vídeo, HDTV, etc
 - ◆ WiFi (LAN)
 - ▣ Solução "cara" quando comparada com o WUSB
 - ▣ Demanda maior consumo de energia para dispositivos móveis

Cenários para WUSB



WUSB – Projeto Físico

- Velocidade/Alcance:
 - ◆ Taxas acima de 1 Gbps
 - ◆ Atualmente: 480 Mbps (3 m); 110 Mbps (10 m)
- Frequência: 3.1 GHz to 10.6 GHz
 - ◆ Dividida em 14 bandas; 5 grupos
 - ❖ Cada banda tem uma largura de 528 MHz
 - ❖ Sinalização OFDM em todas as bandas
 - ❖ Proteção contra interferência multi-path
- Utilização das bandas:
 - ◆ Band Groups 1 & 2: aplicações de mais longo alcance
 - ◆ Bands Groups 3 & 4: aplicações de mais curto alcance
 - ◆ Bandas podem ser “desligadas” em caso de conflito ou regulamentação

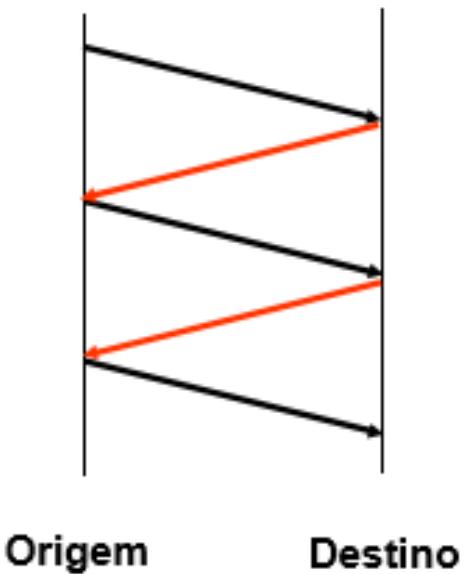


Direcionalidade

- Simplex – Transmissão possível somente em um sentido
- Half duplex – Transmissão alternada entre sentidos
- Full duplex – Transmissão simultânea nos dois sentidos

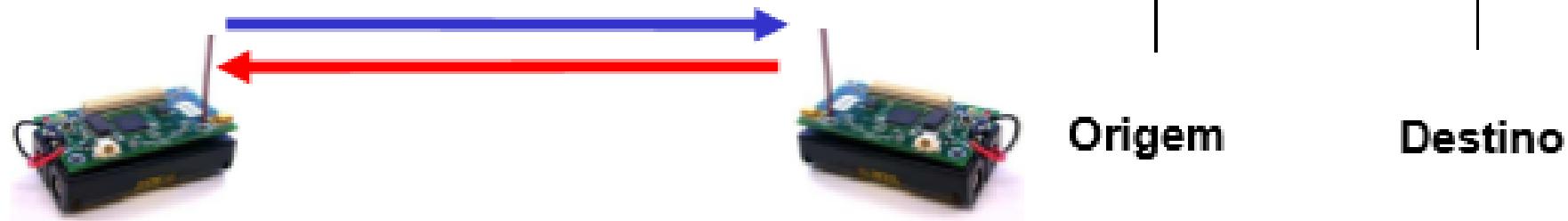
Half Duplex

- Half-duplex
- Exemplo: rádio amador, protocolos requisição/resposta



Full-Duplex

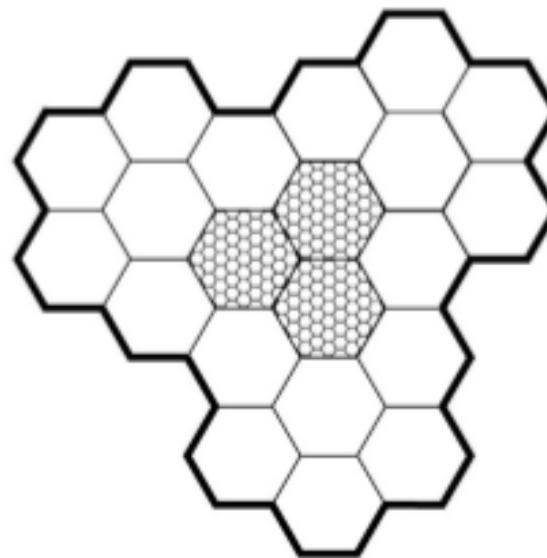
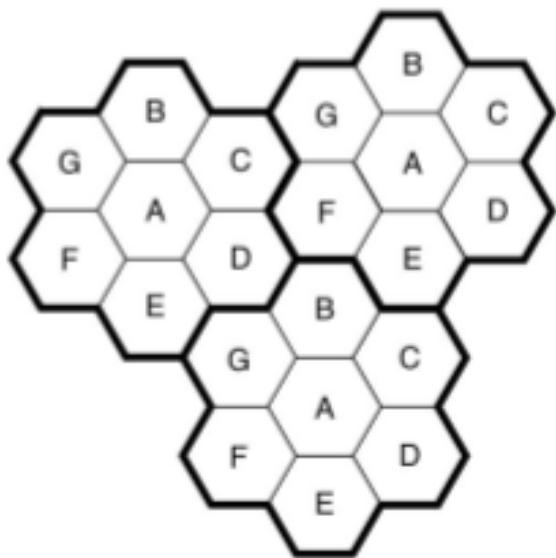
- Full-duplex
 - Exemplo: telefone, modems



Telefonia Celular

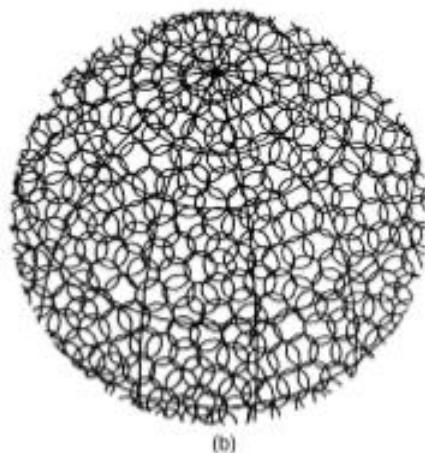
- Problema importante:
 - ◆ Localização de uma estação rádio-base (ERB)
- ERB:
 - ◆ Computador, TX e RX, antena
- Diferentes padrões e estágios de desenvolvimento:
 - ◆ 2G, 2.xG, 3G, 4G

Telefonia Celular

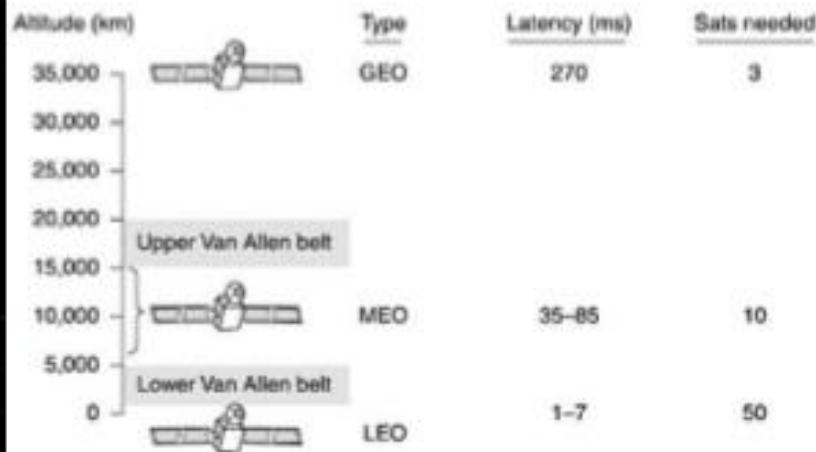
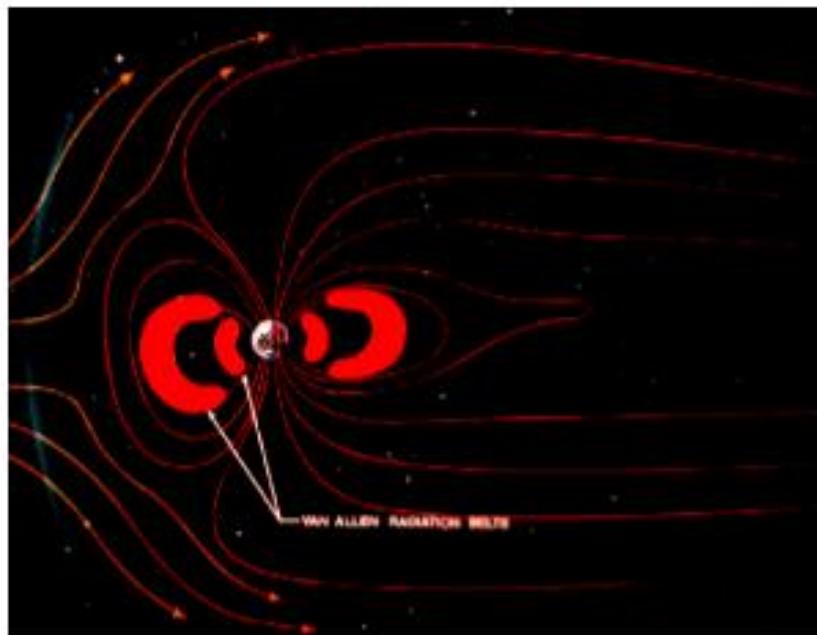


Satélites de Comunicação

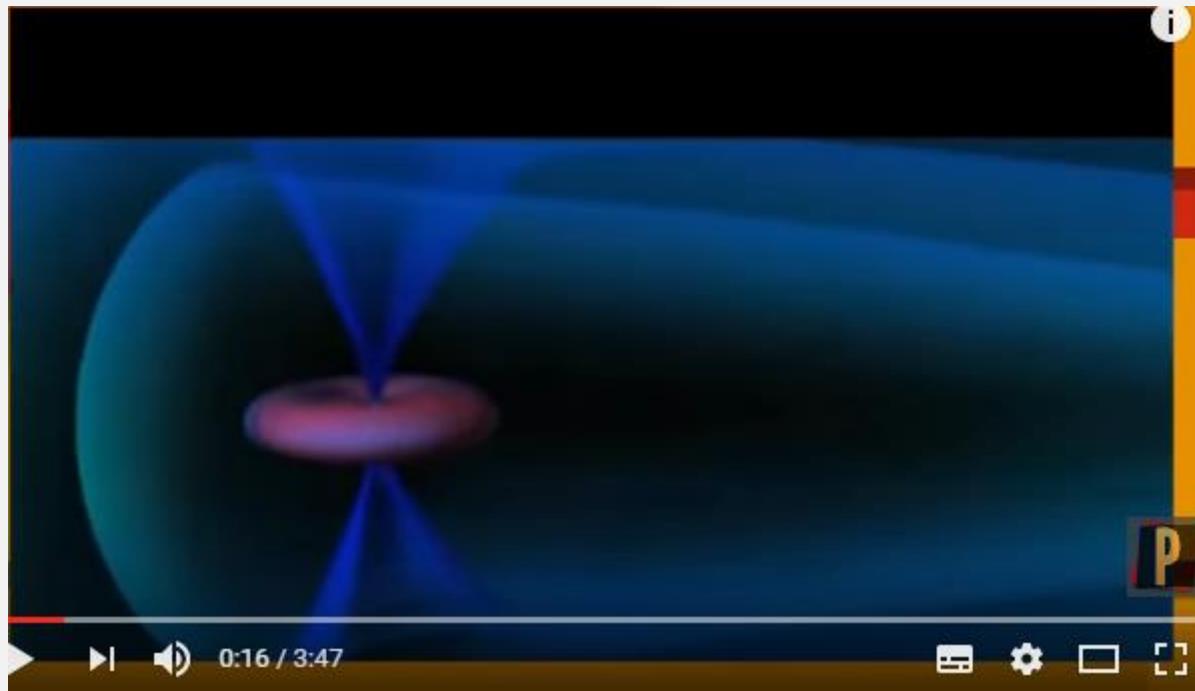
- Existem acordos internacionais para uso de órbitas e freqüências
- Tendência atual: *Low-Orbit Satellites*



Satélites de Comunicação – Anéis de Van Hallen



Cinturão de Van Allen



https://www.youtube.com/watch?v=_AquVof7owk

Conceito Celular

- O objetivo dos sistemas móveis primórdios era obter uma grande área de cobertura
 - Através de um único transmissor de alta potência
 - Com uma antena situada em um local elevado
 - A cobertura gerada era boa, porém, o número de usuários era limitado
 - Um determinado conjunto de frequências era utilizado por toda a região
 - Cada uma destas frequências era alocada para um usuário por vez
 - Evitar interferências

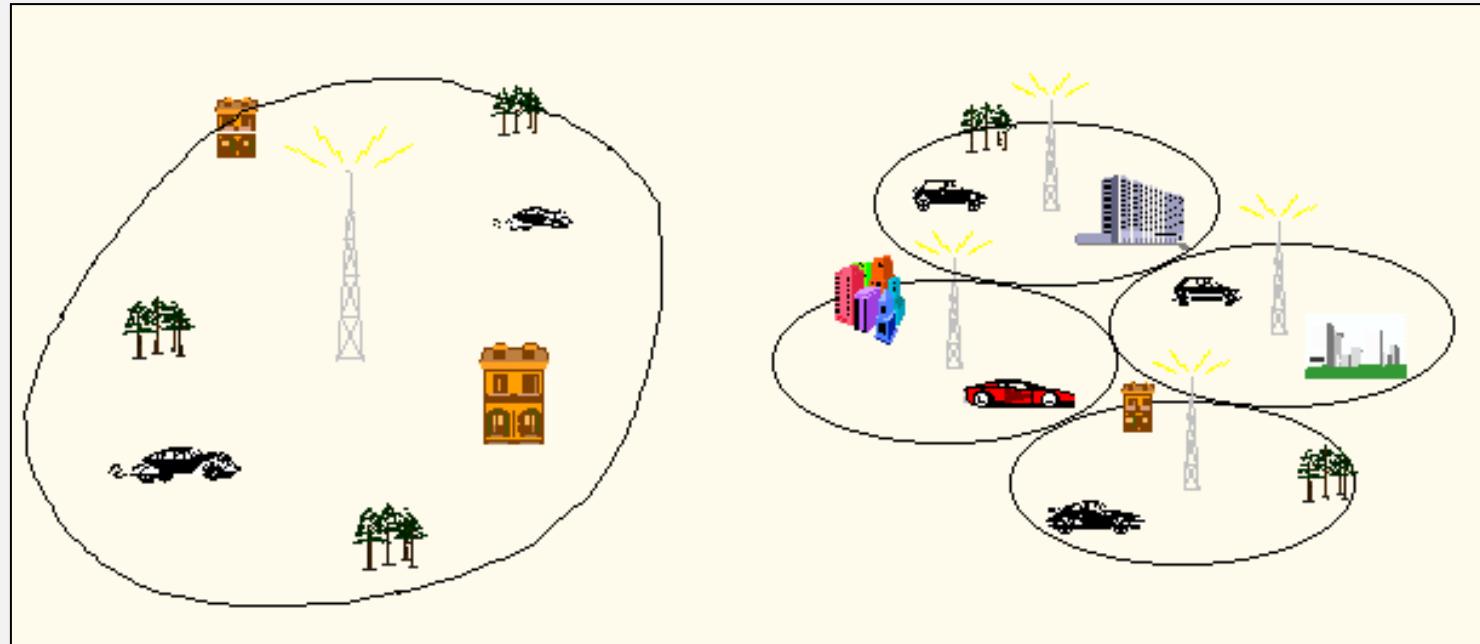
Conceito Celular

- Por exemplo:
 - Em 1970, um sistema móvel em Nova Iorque
 - Cobertura de uma área de mais de 2580 quilômetros quadrados
 - Apenas 12 chamadas simultaneamente
 - Ficou óbvia a necessidade de reestruturação
 - Maior capacidade
 - Grande área de cobertura

Conceito Celular

- O conceito celular trata-se de substituir o transmissor único de alta potência
 - Responsável por uma grande área
- Por vários transmissores de baixa potência
 - Cada um provendo cobertura a uma pequena região (célula) da área total

Conceito Celular



Conceito Celular

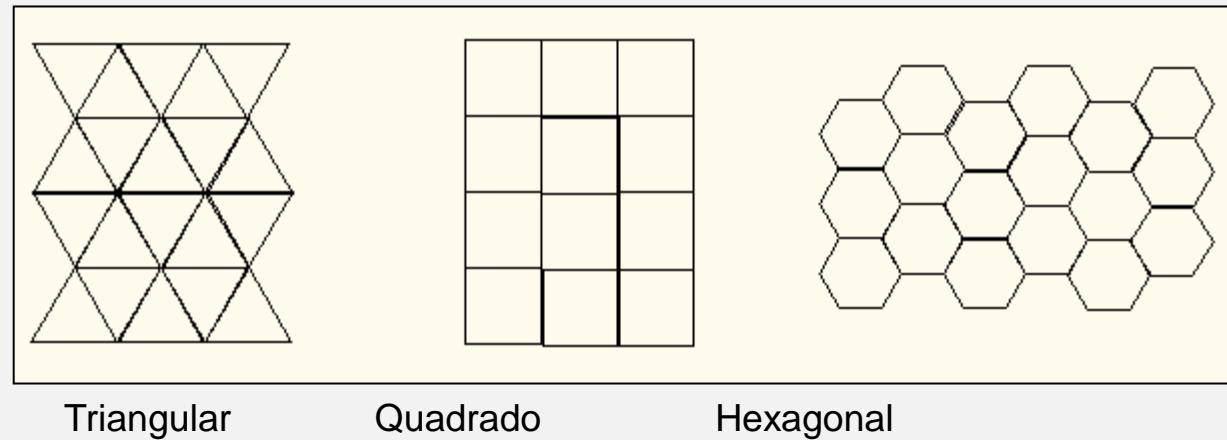
- A célula é coberta por sinais de RF (rádio frequência) de determinada estação base
- Cada célula é um centro de radiocomunicações, no qual um assinante móvel pode estabelecer uma chamada para um telefone móvel ou fixo
 - Através da Central de Comutação Móvel (MSC)
 - E da Rede de Telefonia Pública Comutada (PSTN)
- Esta plataforma composta permite que usuários comuniquem-se entre si estando em qualquer lugar da área de cobertura

Conceito Celular

- O tamanho e forma da célula depende de alguns fatores, como potência efetiva irradiada (ERP), ambiente de propagação, etc.
- O formato das células é irregular, mas, para efeitos de projeto, assume-se as formas geométricas (usualmente um hexágono)
 - É conceitual
 - A cobertura real de uma célula é conhecida como planta (footprint)
 - Natural pensar em círculos, porém, gera regiões de sobreposições e regiões descobertas

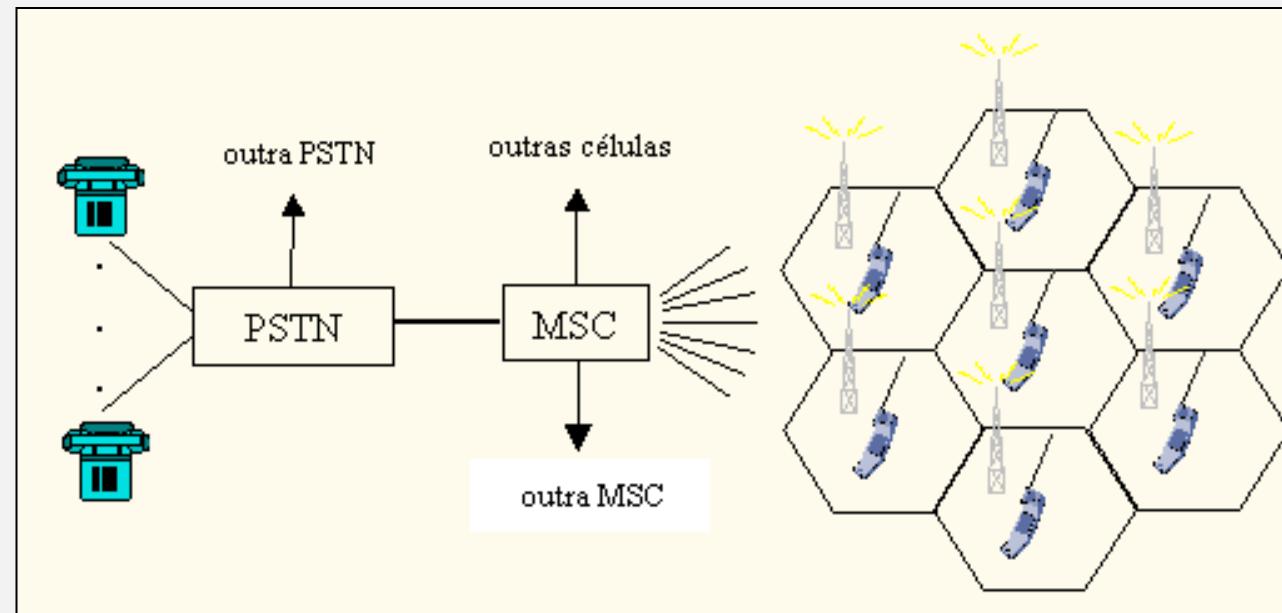
Conceito Celular

- As três melhores escolhas são, normalmente:



Redes de Telefonia Celular

- Uma rede de telefonia celular é composta por 3 elementos básicos
 - Estação base
 - Estação móvel
 - Central de comutação móvel
 - Rede de Telefonia Pública Comutada (não faz parte)

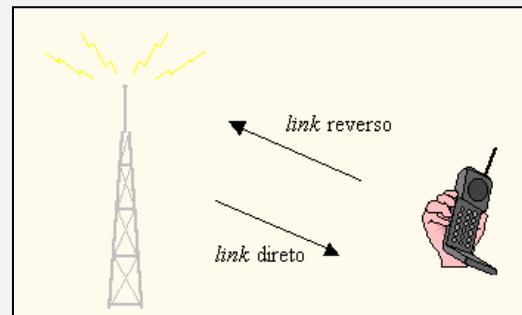


Redes de Telefonia Celular

- Estação base
 - Responsáveis pelas realização das chamadas vindas ou destinadas aos móveis localizados em cada célula
 - Conectam o sistema através da Central de Comutação
 - Possui uma parte de rádio
 - Formada pelo conjunto de transmissão e recepção, além de torres e antenas
 - Possui uma camada de controle
 - Com um microprocessador responsável pelo controle, monitoração e supervisão das chamadas

Redes de Telefonia Celular

- Estação Móvel
 - A estação móvel do assinante possui basicamente
 - Um transceptor portátil de voz e/ou dados
 - Comunica-se com a estação base em qualquer canal alocado
 - Modo full-duplex, possuindo um caminho de ida e um de retorno
 - Além da comunicação de voz, a estação móvel comunica-se com a estação base através de suas funções de controle
 - Pedido para acessar um canal e efetuar uma chamada
 - Registro do móvel na área de registro atual
 - Mensagem de alocação de canal (vindo da estação base)



Redes de Telefonia Celular

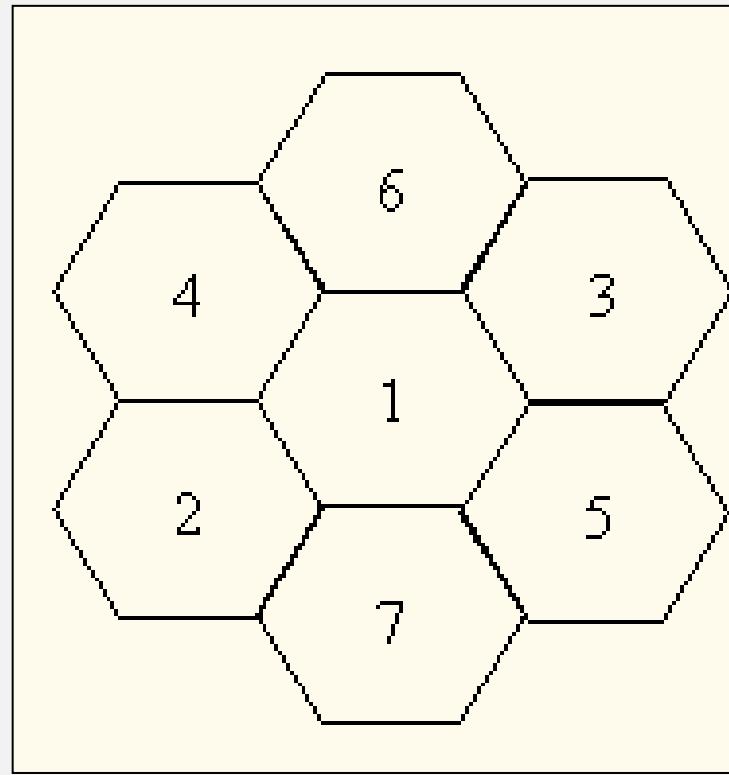
- Central de Comutação Móvel (MSC)
 - É o centro de comutação celular, interliga um conjunto de células
 - Também provê interligação com a rede de telefonia pública
 - Serviços providos:
 - Provisão de interligação com a PSTN
 - Provisão de registros de assinantes locais
 - Provisão de registro de assinantes visitantes
 - Funções de tarifação
 - Número de células varia de acordo com as necessidades
 - Pode ser uma grande área metropolitana
 - Pode ser um pequeno grupo de cidades vizinhas
 - A área servida pela MSC é chamada “área de serviço”
 - Visitante que vai para outra área de cobertura: roamer

Redes de Telefonia Celular

- A cobertura provida por uma célula depende de parâmetros pré-definidos
 - Potência de transmissão
 - Altura
 - Ganho
 - Localização da antena
- Presença de montanhas e demais fatores externos alteram consideravelmente a cobertura de uma base
 - Obviamente, variam de região para região

Redes de Telefonia Celular

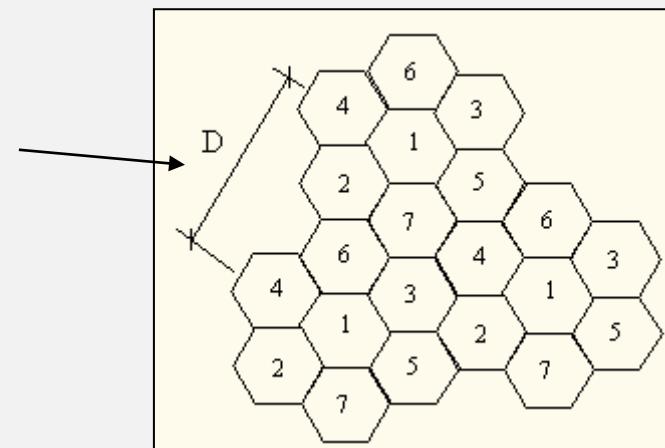
- O conjunto de células vizinhas que utiliza todo o espectro disponível é chamado de Cluster
 - Uma configuração muito utilizada é a de cluster de sete células



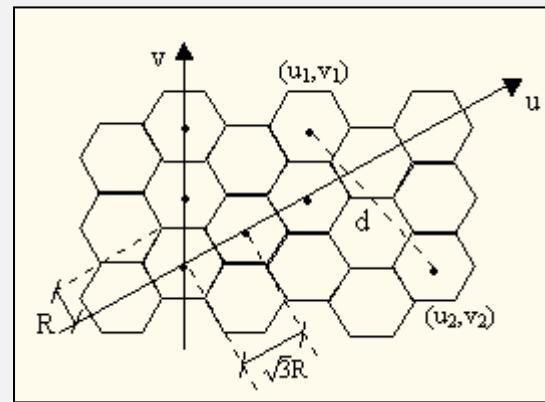
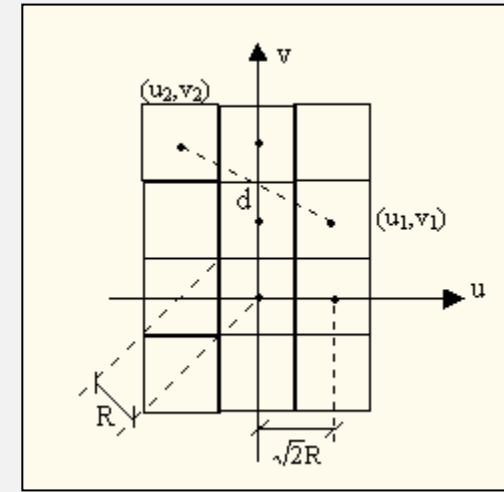
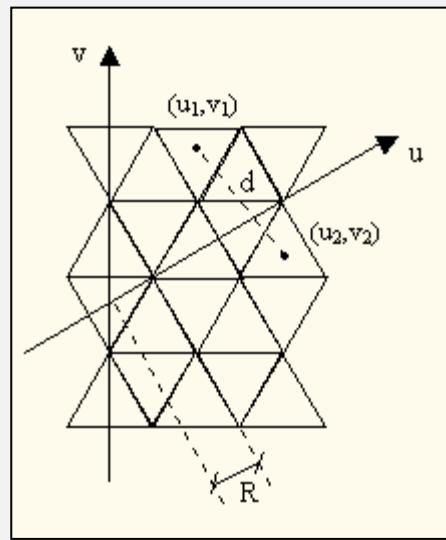
Redes de Telefonia Celular

- Os sistemas celulares baseiam-se em um sistema inteligente de alocação e de reuso de canais na área de cobertura
 - Cada estação base tem alocado um grupo de canais de rádio
 - Estes canais serão utilizados em uma região geográfica relativamente pequena (a célula)
 - As estações base das células adjacentes possuem grupos de canais diferentes das células vizinhas
 - Para que não haja interferência
 - Assim, o mesmo número de canais pode ser usado em outra célula, desde que haja uma distância considerável

Distância de reuso cocanal



Redes de Telefonia Celular



Redes de Telefonia Celular

- Handoff
 - Quando um nó desloca-se entre células enquanto uma conversação está em andamento
 - MSC automaticamente transfere a chamada para um novo canal (pertencente à nova estação base)
 - Este procedimento de handoff envolve
 - Identificar uma nova estação base
 - Transferir os sinais de voz e de controle para os canais associados à nova célula
 - Muitas estratégias de handoff priorizam os pedidos de handoff em relação a pedidos de inicialização de chamadas
 - Handoffs devem ser realizados com sucesso, e devem ser imperceptíveis aos usuários

Redes de Telefonia Celular

- Em sistemas celulares analógicos (primeira geração)
 - Medição dos níveis de sinal é feita pelas estações base
 - São supervisionadas pela MSC
 - Cada estação base monitora a intensidade do sinal de todos os links de voz reversos (móvel para base)
 - Determinar a posição relativa de todos os usuários em relação à torre base
 - Um receptor adicional (locator receiver) é utilizado para determinar o nível do sinal de usuários que estão em células vizinhas
 - Comandado pela MSC
 - Monitora candidatos a handoff
 - Baseado na informação do locator receiver de cada estação base
 - MSC decide se e para qual célula o handoff é necessário

Redes de Telefonia Celular

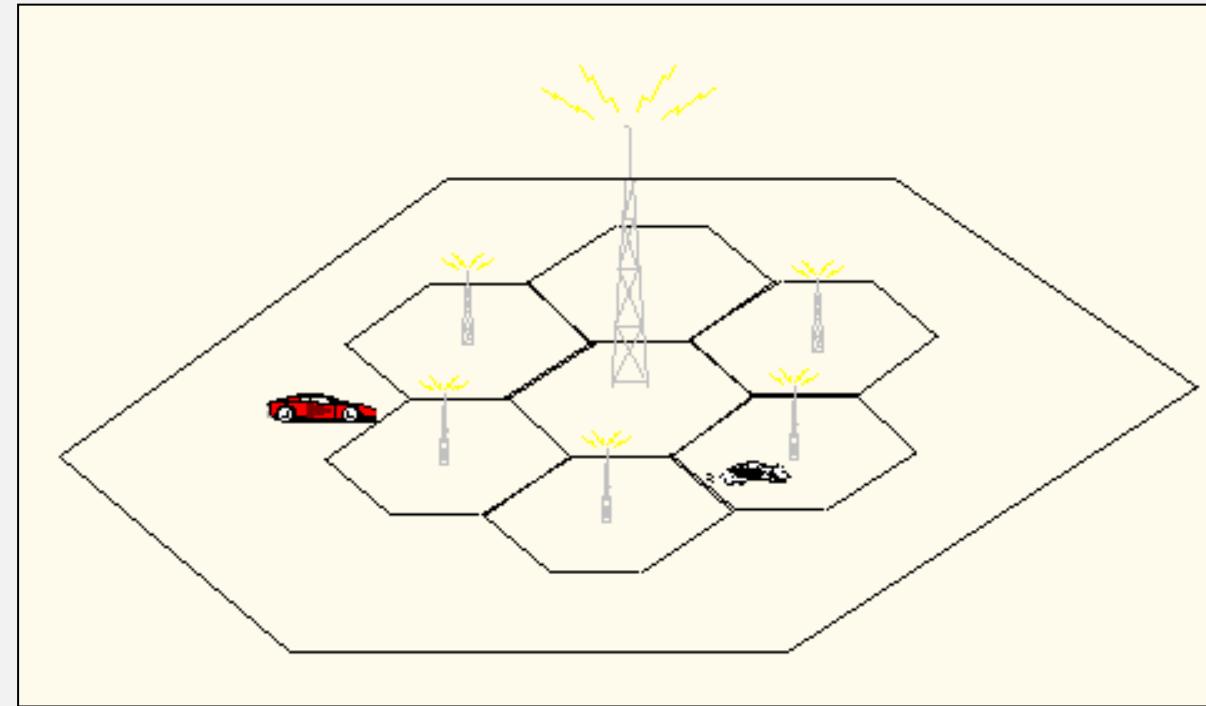
- Em sistemas celulares digitais (segunda geração)
 - As decisões de handoff são realizadas pelo móvel
 - Cada estação móvel monitora o nível do sinal recebido pelas estações vizinhas
 - Reporta para a sua estação base
 - Handoff é iniciado quando a potência vizinha começa a exceder a potência que está sendo recebida pela estação base do móvel
 - Mais rápido que os da primeira geração
 - MSC não precisa controlar continuamente os níveis de sinal
 - Tudo realizado pela estação móvel

Redes de Telefonia Celular

- Alguns móveis são muito rápidos e precisam de muitos handoffs
 - Carros por exemplo
 - Enquanto um pedestre pode fazer uma chamada toda sem um único handoff
- Célula guarda-chuva (umbrella cell approach)
 - É usada para prover grandes áreas de cobertura a usuários em alta velocidade e pequenas áreas de cobertura a usuários com baixas velocidades
 - Instalação de novas estações base na mesma célula
 - Diferentes alturas de antenas e diferentes níveis de potência

Redes de Telefonia Celular

- Célula Guarda-chuva



Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

- A tecnologia 3G é a terceira geração na escala de evolução dos telefones celulares. Para as operadoras, permite que elas ofereçam melhores benefícios junto aos seus clientes, como um acesso mais rápido à internet, por exemplo. Em poucas palavras, 3G é praticidade com o que há de mais moderno na palma da sua mão. Pegue o celular **3G Nokia 2730** como exemplo: além de trazer o navegador Opera mini, que permite acessar todo tipo de conteúdo disponível na internet a qualquer hora e lugar, ele possibilita que você verifique seus e-mails da forma mais fácil possível. Agora, com o 3G, a navegação pela internet fica muito mais rápida e todas essas funções serão desempenhadas de forma extremamente ágil. E detalhe: essa é apenas uma das principais características.
- A característica mais importante da **tecnologia móvel 3G** é suportar um número maior de clientes de voz e dados, especialmente em áreas urbanas, além de maiores taxas de dados a um custo incremental menor que na 2G.
- Dentro da linha do tempo da evolução dos **celulares** é a geração em que estamos hoje e permite a transmissão de 384 kbits/s para sistemas móveis e 2 Megabits/s para sistemas estacionários. Tem uma maior capacidade de usuários e uma maior eficiência espectral, de forma que os consumidores possam dispor de roaming global entre diferentes **redes 3G**.

Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

Características

A característica mais importante da tecnologia móvel 3G é suportar um número maior de clientes de voz e dados, especialmente em áreas urbanas, além de maiores taxas de dados a um custo incremental menor que na 2G.

Elá utiliza o espectro de radiofrequênciá em bandas identificadas, fornecidas pela ITU-T para a Terceira Geração de serviços móveis IMT-2000, e depois licenciadas para as operadoras.

Permite a transmissão de 384 kbits/s para sistemas móveis e 7 megabits/s para sistemas estacionários. Espera-se que tenha uma maior capacidade de usuários e uma maior eficiência espectral, de forma que os consumidores possam dispor de roaming global entre diferentes redes 3G.

Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

Vantagens

- As **redes 3G** garantem uma velocidade de tráfego de dados em média 15 vezes maior que as gerações anteriores.
- Novas funcionalidades nos aparelhos, como GPS, mapas e vídeo-chamadas, *download* de músicas e filmes, jogos 3D com múltiplos jogadores, ferramentas de busca, serviços de localização etc.
- Possibilita acesso à internet em qualquer computador móvel através da utilização de modens USB ou módulos 3G embutidos.

Dito isso, um aparelho que carrega consigo perfeitamente as funções da tecnologia 3G é o já citado **3G Nokia 2730**. Além de possibilitar o compartilhamento de arquivos com o Bluetooth 2.0, o que facilita e muito na hora de pegar algum dado com um pessoa próxima, ele permite configurar o acesso a e-mails do Gmail, Yahoo, Hotmail e tantos outros. Ele tem também o aplicativo **Ovi** mapas que permite o usuário calcular a melhor rota para caminhar ou dirigir até seu destino, descobrir sua localização ou encontrar lugares.

Todas essas e tantas outras funcionalidades ficam muito mais fáceis de serem utilizadas com a tecnologia 3G.

Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

1G

Os sistemas móveis de comunicação de voz de primeira geração foram introduzidos em 1980. Estes tipo de sistemas permitiam a transferência de dados (voz apenas) através de ondas cuja forma variava de forma contínua. Este tipo de sistemas tinham grandes limitações, por se tratar de sistemas analógicos. Os sistemas celulares de primeira geração não suportam qualquer tipo de encriptação da informação (problemas de segurança), a qualidade de som é fraca e a velocidade de transferência rondava os 9.6 Kbps.



Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

2G

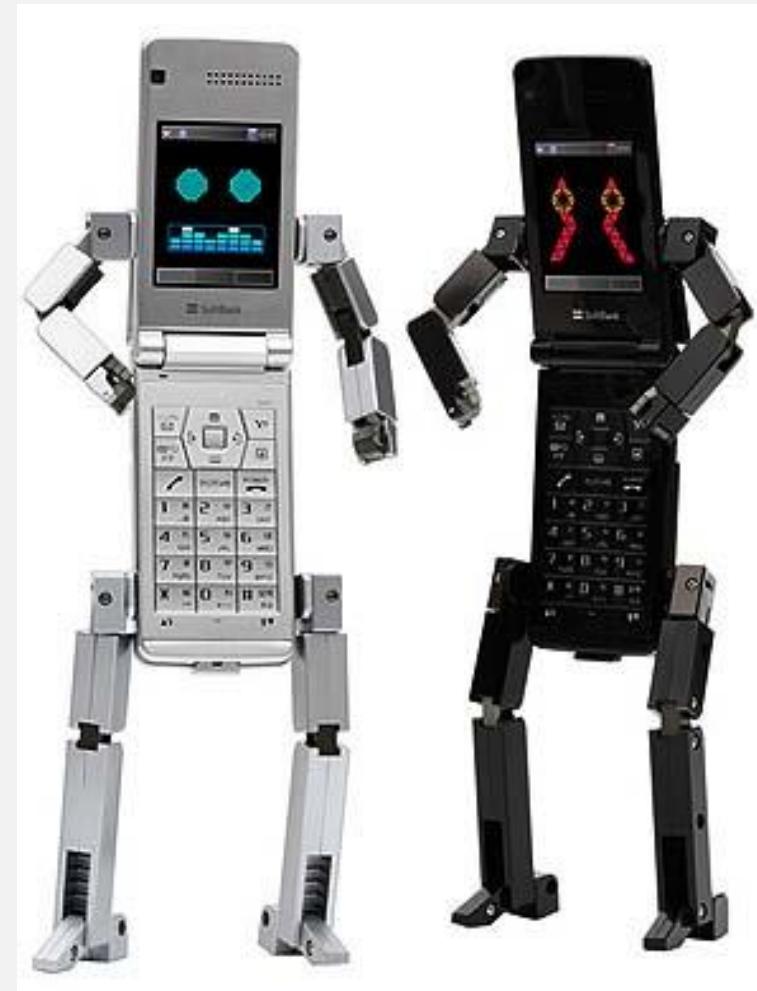
Os sistemas de segunda geração (2G) apareceram por volta de 1990, no sentido de colmatar as limitações dos sistemas móveis de comunicação de primeira geração (1G). Os sistemas 2G são completamente digitais e têm como principais características a segurança, robustez/fiabilidade, utilização eficiente do espectro e suporte a serviços de transmissão de dados de baixo débito. A tecnologia móvel mais popular 2G é o GSM (*Global System for Mobile Communications*).



Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

2.5G

A tecnologia móvel 2.5G serviu de transição entre os sistemas de segunda geração (2G) e os sistemas de terceira geração (3G). Nos sistemas 2.5G foram introduzidos alguns serviços, que são hoje bastante populares, como por exemplo o SMS (short messaging service), GPRS, EDGE ou High Speed Circuit switched data.



Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

3G

A tecnologia móvel 3G tem por objectivo o suporte a uma ampla gama de serviços, que vão desde o suporte a aplicações multimédia (vídeo, áudio, dados) ao acesso a vários serviços disponíveis na Internet (WWW, correio electrónico, comércio electrónico, etc). Existem um conjunto de tecnologias que se enquadram nos sistemas 3G e das quais destacamos o UMTS, WCDMA, EV-DO e HSPA (3.6 e 7.2).



Tecnologias 1G, 2G, 2.5 G, 3G e 4G

4G

4G é a geração de comunicações móveis que vem melhorar os sistemas 3G e estão associadas desde logo um conjunto de vantagens que equipará a experiência de utilização dos serviços móveis à das comunicações fixas em fibra: maior velocidade, maior largura de banda, melhor cobertura e maior qualidade de rede. Através do 4G, os utilizadores terão a oportunidade de usufruir de maiores débitos de transferência de dados, assim como de uma maior eficiência e performance no acesso a serviços disponíveis na Internet. Comparativamente com o 3G, os utilizadores das comunicações móveis podem, ainda, através do 4G, beneficiar de uma melhor eficiência de utilização do espectro radioeléctrico e de uma menor latência, usufruindo de serviços em mobilidade até agora só possíveis através da Fibra Óptica ou ADSL. Tecnologias como o WiMax ou Long term evolution (LTE) foram introduzidas no mercado em 2006, e devido as suas evoluções, têm sido “rotuladas” de tecnologias 4G.



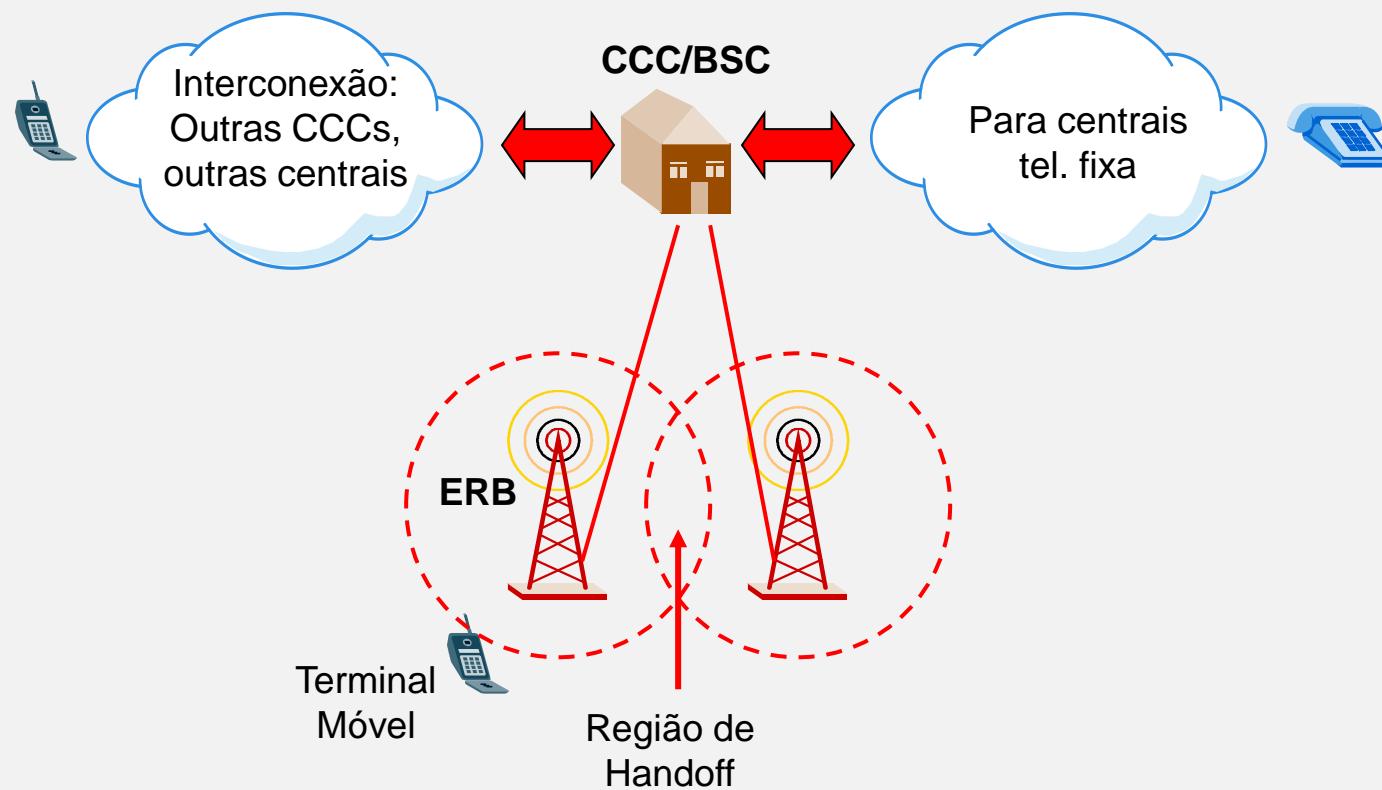
Tabela resumo sobre tecnologias móveis

		Real World (avg)		Theoretical (max)		Availability
		Download	Upload	Download	Upload	
2.5G	GPRS	32-48Kbps	15Kbps	114Kbps	20Kbps	Today
2.75G	EDGE	175Kbps	30Kbps	384Kbps	60Kbps	Today
	UMTS	226Kbps	30Kbps	384Kbps	64Kbps	Today
	W-CDMA	800Kbps	60Kbps	2Mbps	153Kbps	Today
3G	EV-DO Rev. A	1Mbps	500Kbps	3.1Mbps	1.8Mbps	Today
	HSPA 3.6	650Kbps	260Kbps	3.6Mbps	348Kbps	Today
	HSPA 7.2	1.4Mbps	700Kbps	7.2Mbps	2Mbps	Today
	WiMAX	3-6Mbps	1Mbps	100Mbps+	56Mbps	Today
Pre-4G	LTE	5-12Mbps	2-5Mbps	100Mbps+	50Mbps	End 2010
	HSPA+	-	-	56Mbps	22Mbps	2011
	HSPA 14	2Mbps	700Kbps	14Mbps	5.7Mbps	Today*
	WiMAX 2 (802.16m)	-	-	100Mbps mobile / 1Gbps fixed	60Mbps	2012
4G	LTE Advanced	-	-	100Mbps mobile / 1Gbps fixed	-	2012+

Telefonia Celular - Características básicas

- ✓ comunicação sem fio (*wireless*)
- ✓ receber e gerar chamadas independente da localização (mobilidade)
- ✓ receber e gerar chamadas em movimento
- ✓ possibilidade de *roaming*
- ✓ transparência de plano numeração para usuário final
- ✓ interconexão com sistema de telefonia fixa

Cenário Geral



Faixas de Frequência (Bandas) no Brasil

	Freqüência (MHz) de transmissão da	
	Estação móvel	ERB
Banda A	824-835 845-846,5	869-880 890-891,5
Banda B	835-845 846,5-849	880-890 891,5-894
Banda C	1725-1740	1820-1835
Banda D	1710-1725	1805-1820
Banda E	1740-1755	1835-1850
Sem denominação	1775-1785	1870-1880

- ✓ quanto maior a freqüência maior a perda no espaço livre quando a onda se propaga o que implica em células menores
- ✓ um sistema celular em 1800 MHz precisará de mais células do que um sistema celular em 800 MHz para obter a mesma performance.

Principais Padrões Utilizados

AMPS - Advanced Mobile Phone Service

- ✓ padrão dominante para os sistemas celulares analógicos de primeira geração
- ✓ desenvolvido pelos Laboratórios Bell da Lucent
- ✓ entraram em operação em 1983 nos EUA (adotado pelo Brasil depois)
- ✓ a comunicação entre celular e ERB é feita na faixa de 800 MHz através de sinais analógicos em canais de 30 kHz

GSM - Global System for Mobile Communication (Groupe Special Mobile)

- ✓ padrão digital de segunda geração (desenvolvido na Europa)
- ✓ utilizados pelos países europeus nas faixas de 800 e 450 MHz.
- ✓ utiliza canais de 200 kHz na faixa de 900 MHz
- ✓ desenvolvida uma versão adaptada para as faixa de 1800 e 1900 MHz
- ✓ padrão com o maior número de usuários em todo o mundo

Principais Padrões Utilizados

GSM (Cont)

- ✓ introduzido no Brasil em 2002 (licitação pela Anatel das Bandas D e E)
- ✓ adotado também pela maioria das operadoras (migrando do TDMA)
- ✓ a migração tem impacto não apenas na interface rádio, o que exige novos terminais GSM, mas na rede nacional de roaming (IS-41 para AMPS, TDMA e CDMA)
- ✓ roaming feito através do protocolo MAP (suporte do SS#7)
- ✓ projeto de evolução para o 3G através do 3GPP (Third Generation Partnership Project)

TDMA (IS 54 e IS 136) - Time Division Multiple Access

- ✓ padrão digital de segunda geração
- ✓ aumenta a capacidade do AMPS (compartilhamento do canal de 30 kHz)
- ✓ canais **digitais** de comunicação entre celular e ERB
- ✓ 3 usuários no mesmo canal - slots de tempo diferentes

Principais Padrões Utilizados

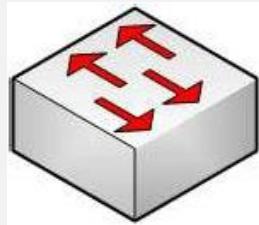
CDMA (IS 95) - Code Division Multiple Access

- ✓ padrão digital de segunda geração
- ✓ revolucionou os conceitos empregados na comunicação entre celular e ERB
- ✓ consegue atingir uma grande capacidade de usuários
- ✓ utilização de spread spectrum (por seqüência direta – DSSS) em uma banda de 1,25 MHz
- ✓ para cada comunicação utiliza um código de espalhamento espectral do sinal diferente
- ✓ número de usuários limitado pelo nível de interferência que é administrado através de controle de potência e outras técnicas
- ✓ projeto de evolução para o 3G através do 3GPP2 (Third Generation Partnership Project 2)

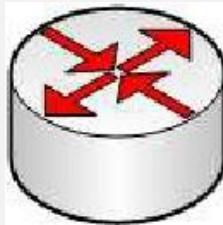
DISPOSITIVOS DE REDE

Repetidor		Bridge	
Hub de 10BASE-T		Workgroup Switch	
Hub de 100BASE-T		Roteador	
Hub		Nuvem da Rede	

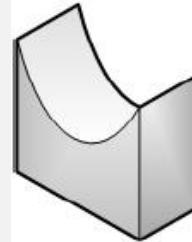
Exemplos de dispositivos de rede



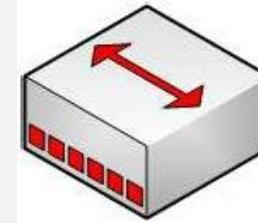
SWITCH



ROTEADOR



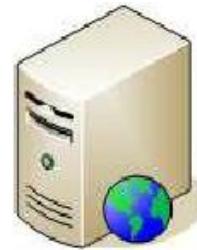
BRIDGE



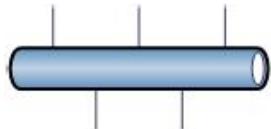
HUB



WAN



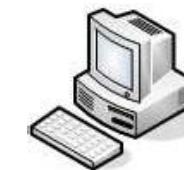
SERVIDOR



**BARRAMENTO
ETHERNET**



**CONEXÃO
SERIAL**



HOST



FIREWALL

Dispositivos de rede

Redes LAN, MAN, WAN

Repetidores

Hub

Bridges

Switches

Roteadores

Redes distribuídas geograficamente

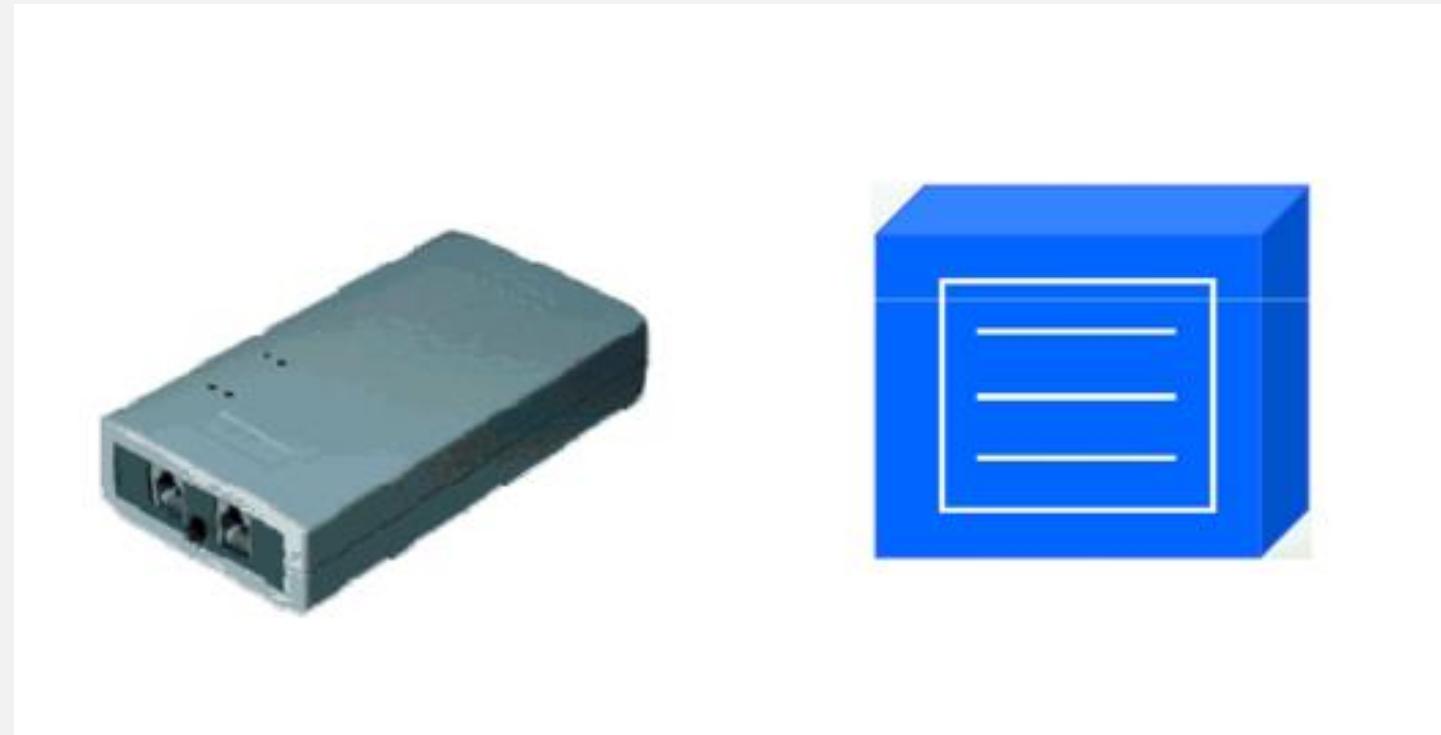
Redes LAN (Local Area Network):

Redes MAN (Metropolitan Area Network):

Redes WAN (Wide Area Network):

REPETIDORES

Repetidores - Símbologia



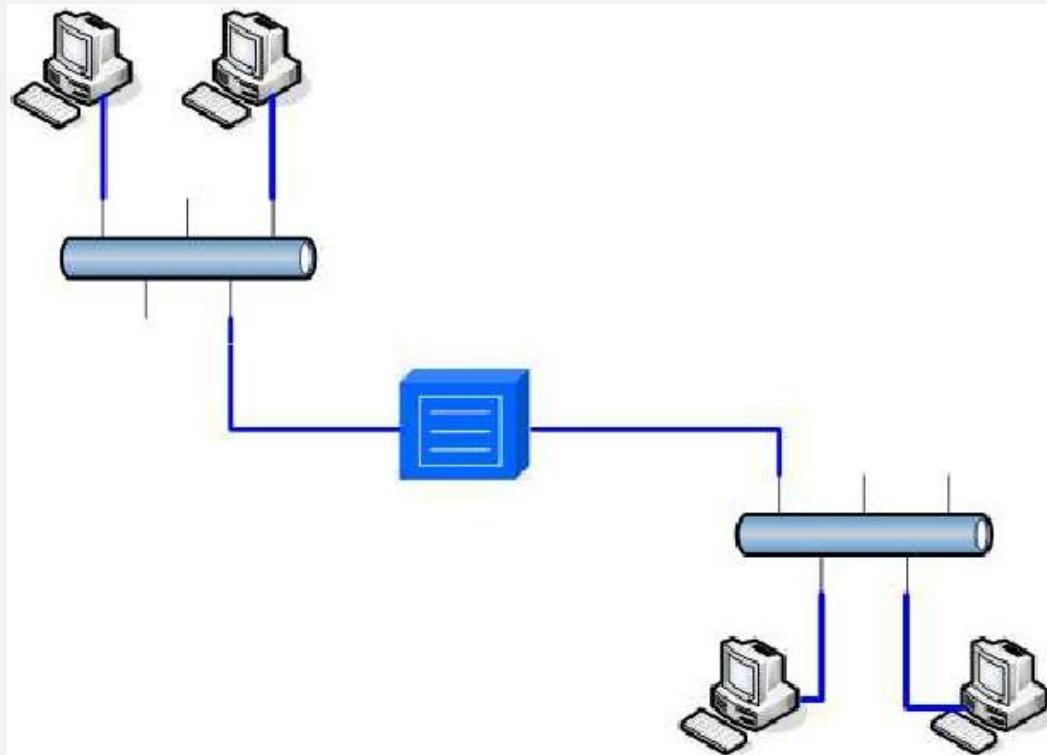
Repetidores

São utilizados para amplificar o sinal atenuado;

São dispositivos pertencentes a Camada 1 do modelo OSI;

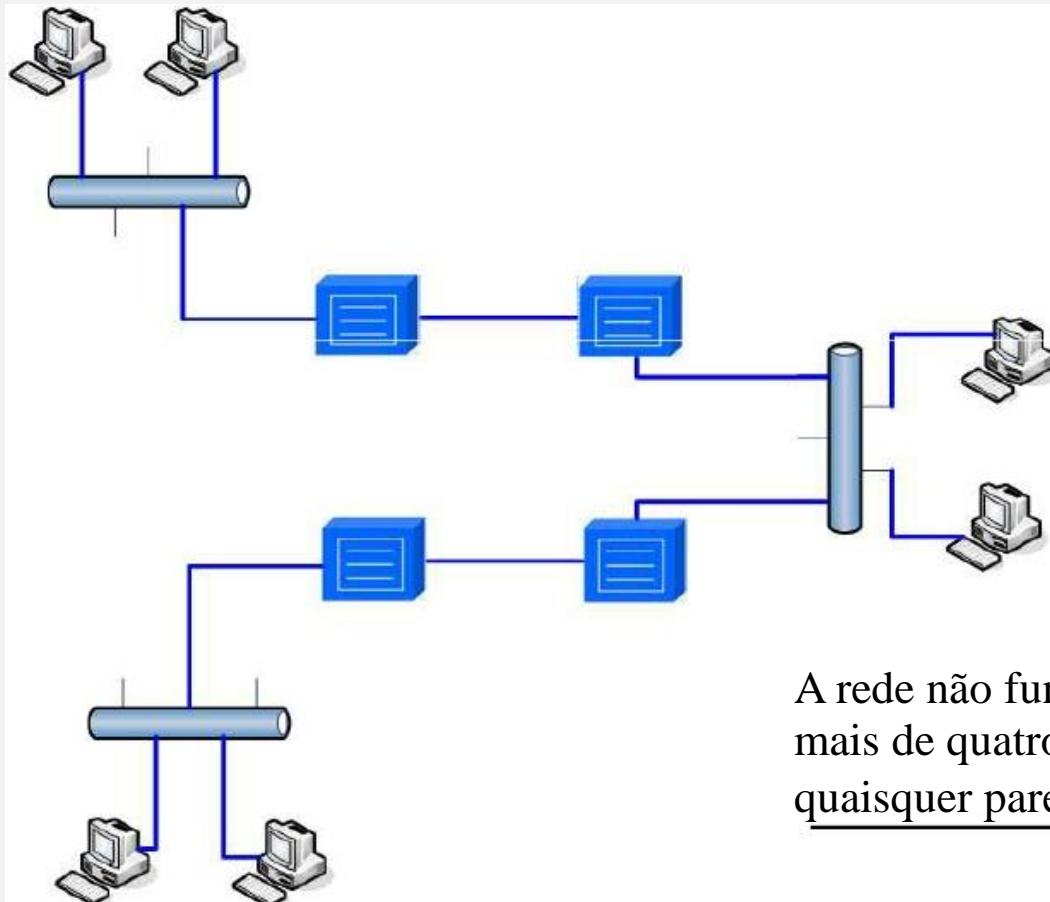
Amplificam e regeneram eletricamente os sinais transmitidos no meio físico (inclusive ruídos).

Repetidores



Estes dispositivos atuam apenas no nível do bit e não consideram nenhuma outra informação.

Repetidores



A rede não funcionará corretamente se
mais de quatro repetidores separarem
quaisquer pares de estações.

Desvantagens do Repetidores

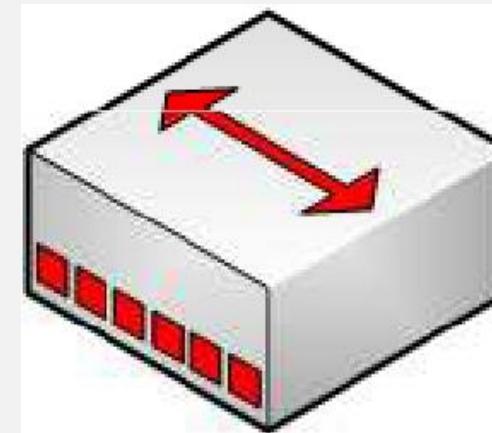
O repetidor não distingue entre sinais que correspondem a um quadro válido e outros sinais elétricos.

Os repetidores apenas transmitem uma cópia do sinal elétrico, seja ele válido ou não.

Repetidores não filtram tráfego de rede – Domínio de Colisão estendido.

HUB

HUB - Simbologia



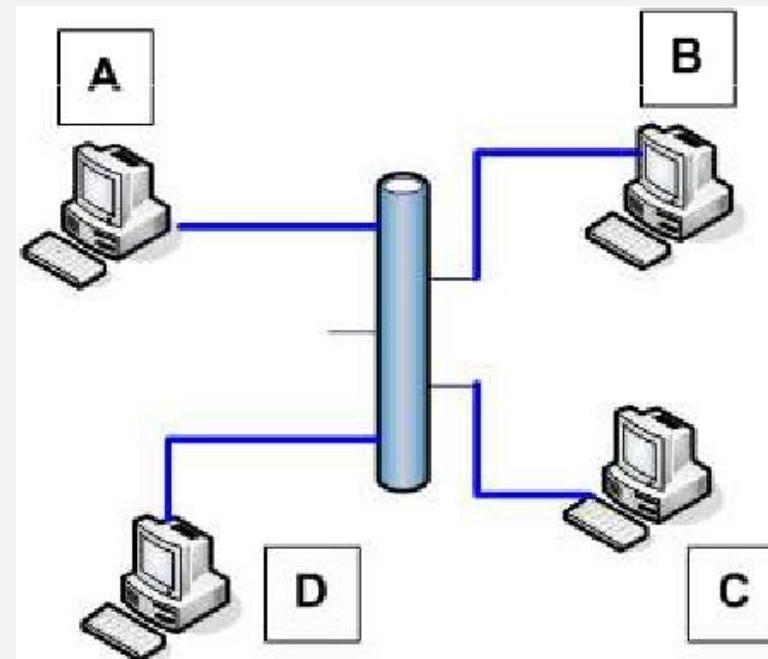
HUB

Conceitos importantes

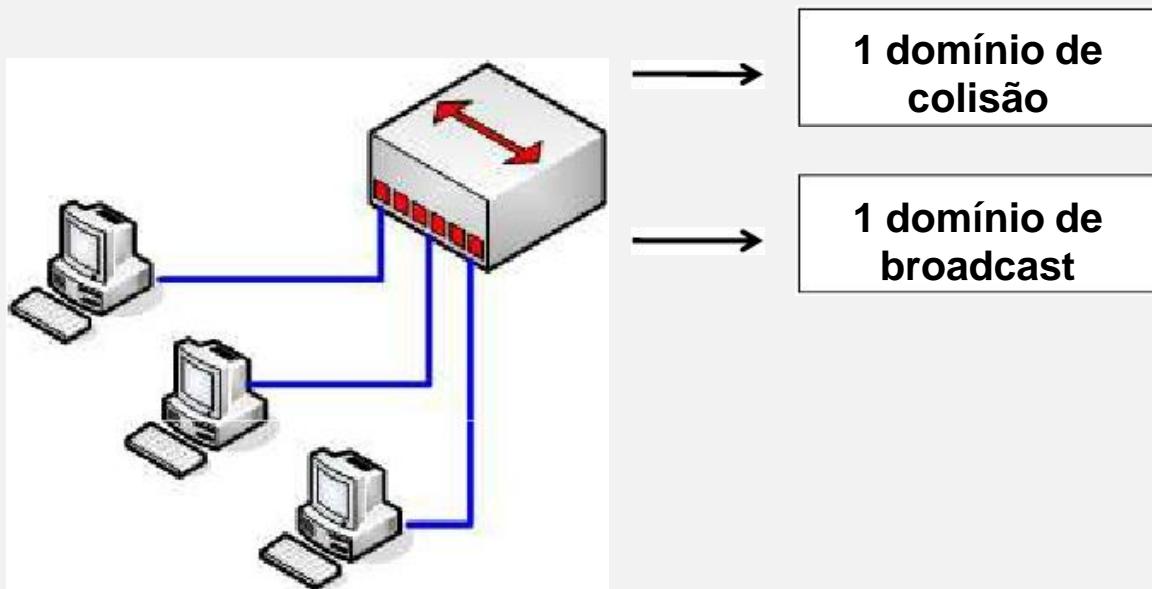
Unicast;

Multicast;

Broadcast.



HUB



O HUB é um elemento da camada 1 do modelo OSI;

Pode ser visto como um repetidor multiportas;

HUB

Qualquer frame enviado por um dispositivo poderia colidir com um frame enviado por qualquer outro dispositivo conectado ao mesmo segmento;

Somente um dispositivo pode enviar quadros por vez, por tanto a largura de banda de 10Mbps é compartilhada pelos dispositivos.

Broadcasts enviados por um dispositivo são recebidos por todos os outros dispositivos da LAN.

HUB

Domínio de Colisão

É o conjunto de interfaces LAN cujos quadros podem colidir uns com os outros;

Exemplo: Switches dividem a rede em diversos domínios de colisão, enquanto um hub é apenas um domínio de colisão.

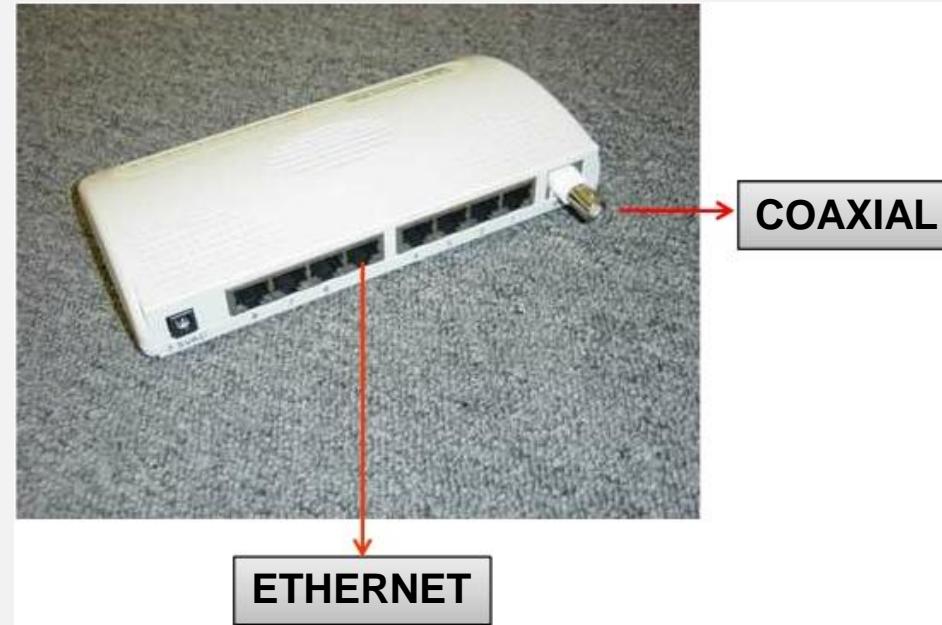
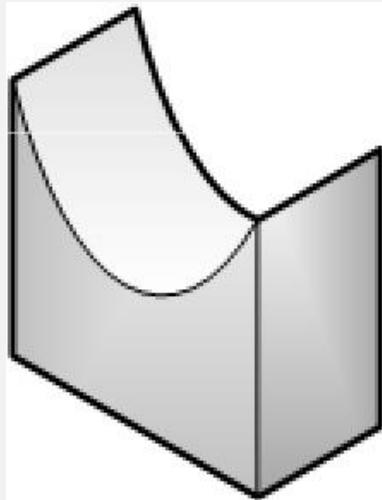
Domínio de Broadcast

Refere-se aos lugares para onde os broadcasts podem ser encaminhados;

Exemplo: Um roteador com duas portas divide a rede em dois domínios de broadcast.

BRIDGE

Simbologia



BRIDGE

A bridge trabalha no nível 2 do modelo OSI, verificando os endereços MAC de origem e de destino dos frames e encaminhando apenas os frames necessários de um segmento a outro.

Quando a bridge recebe um quadro de um segmento, ela verifica se o quadro chegou intacto (CRC).

BRIDGE

A bridge mantém registros dos endereços MAC que estão em cada lado da bridge e toma essas decisões com base nesse endereço MAC.

Se a bridge recebe um quadro incorretamente formatado, ela simplesmente descarta, do mesmo modo que um computador convencional descartaria um quadro com erro.

BRIDGE

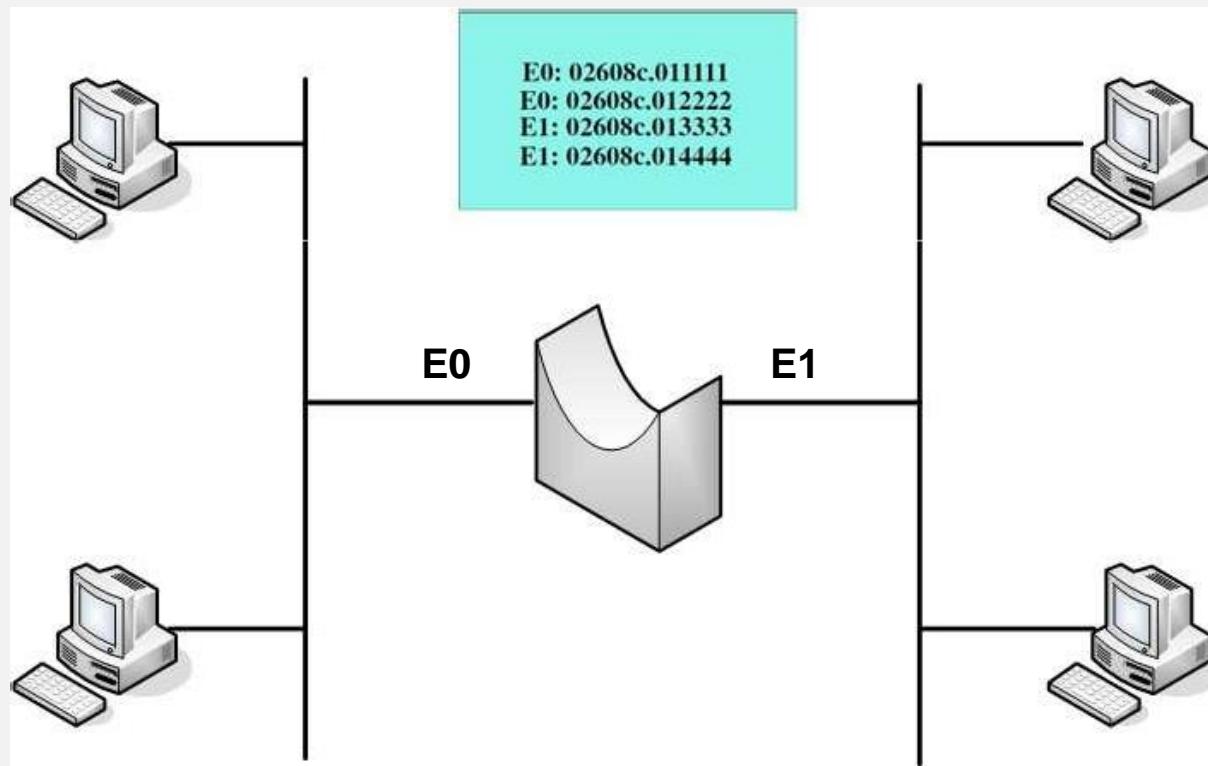
As bridges aumentam em 10 a 30% a *latência (atraso) em uma rede.*

Essa latência deve-se à tomada de decisões que é solicitada à bridge, ou às bridges, ao transmitirem dados para o segmento correto.

BRIDGE

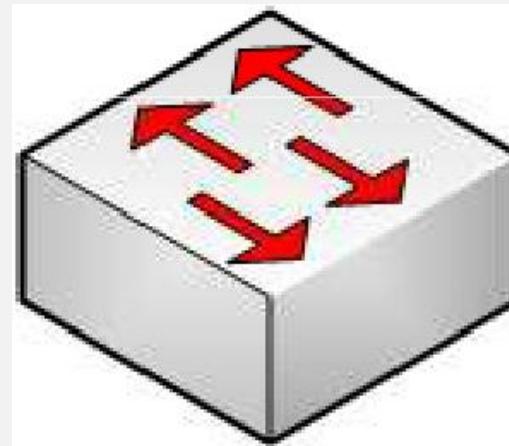
Uma bridge é considerada um dispositivo do tipo armazenar e encaminhar porque deve receber o quadro inteiro e computar o cyclic redundancy check (CRC) antes que o encaminhamento ocorra.

BRIDGE



SWICTH

SWITCH



Símbolo

SWITCH

Opera na camada 2 do modelo OSI.

Realiza o encaminhamento de quadros baseando-se no endereço MAC ou físico.

Cada porta representa um domínio de colisão.

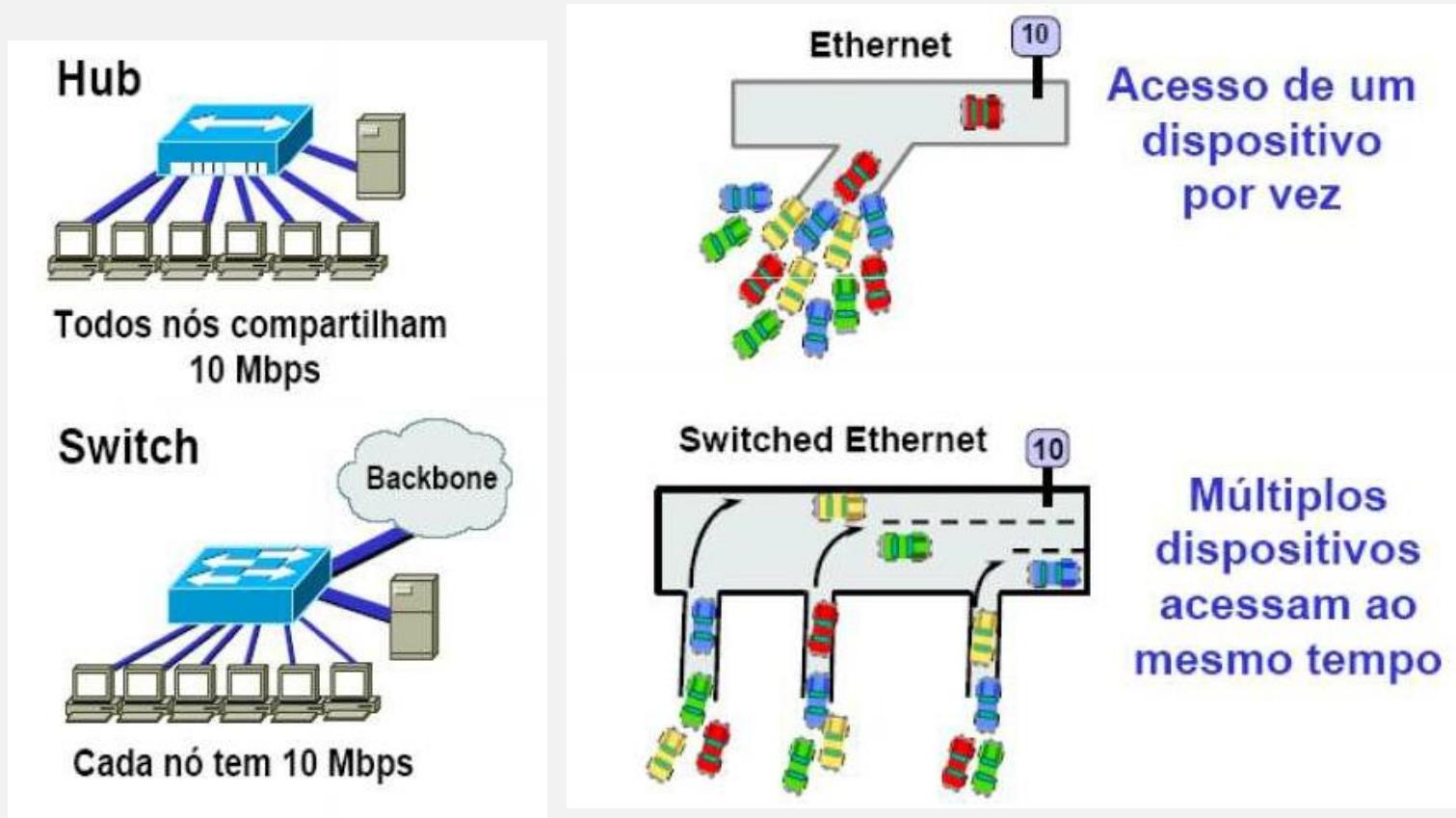
Tem apenas um domínio de broadcast.

SWITCH

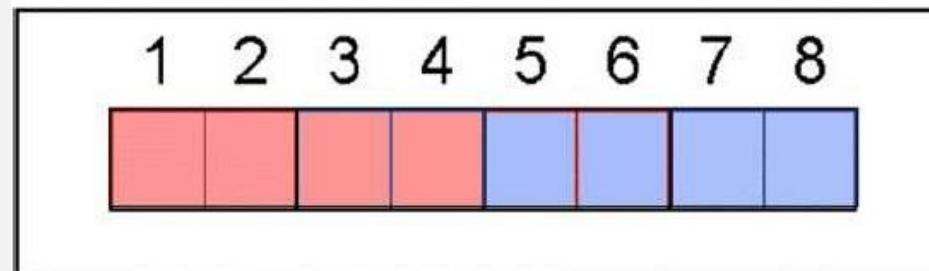
Fornece a cada porta a largura de banda completa.

O switch também permite broadcast, porém retém os endereços MAC dos hosts conectados e cria circuitos virtuais com eles.

Comparativo: HUB vs SWITCH



O que são Hub-switches?



CSMA/CD

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.

Antes transmitir um dado o host verifica se o canal esta livre.

No método de acesso CSMA/CD, os dispositivos de rede funcionam em um modo "escutar antes de transmitir".

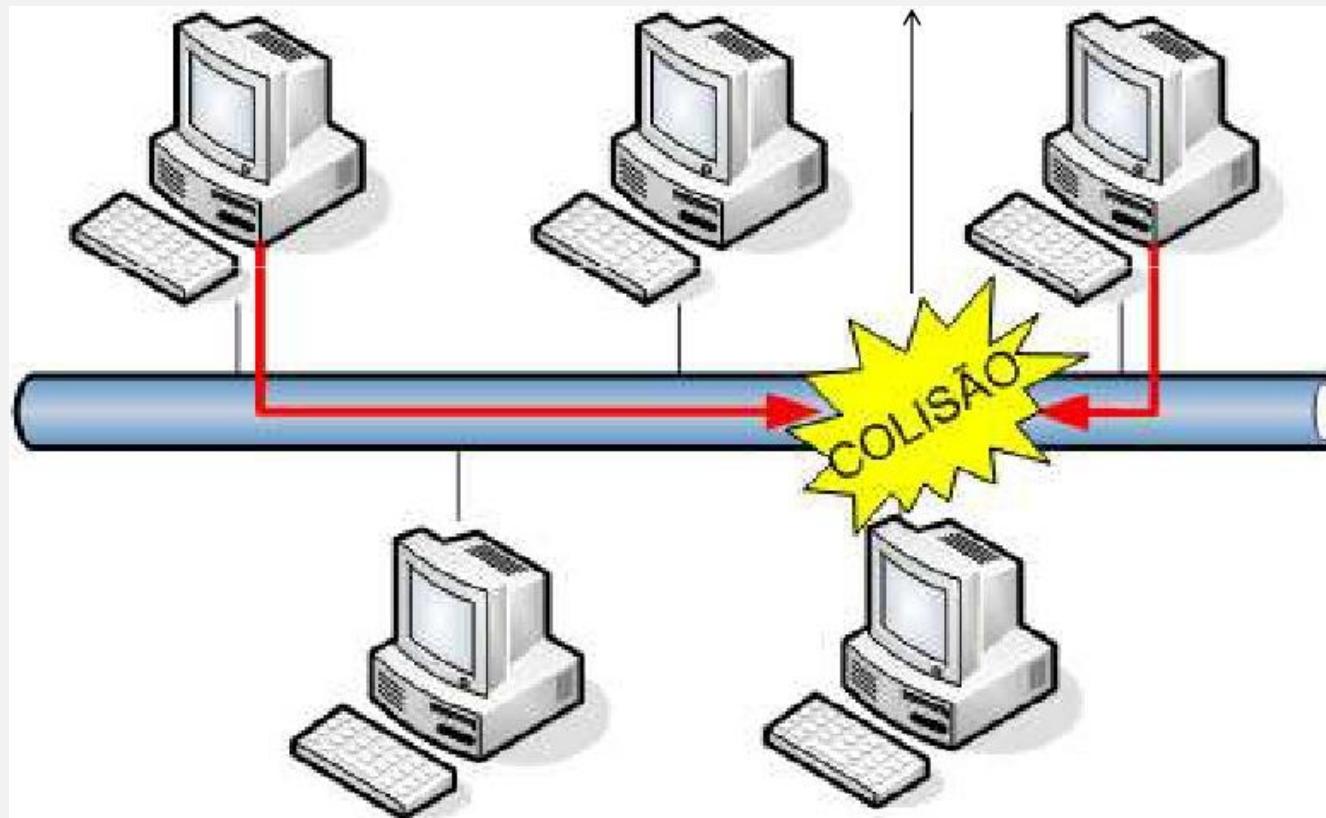
CSMA/CD

Isso significa que, quando um dispositivo desejar enviar dados, ele deverá, primeiramente, verificar se o meio está ocupado.

Se ocorrer colisão o host espera um tempo randômico (backoff) e retransmite.

CSMA/CD

backoff



VLAN (Virtual LAN)

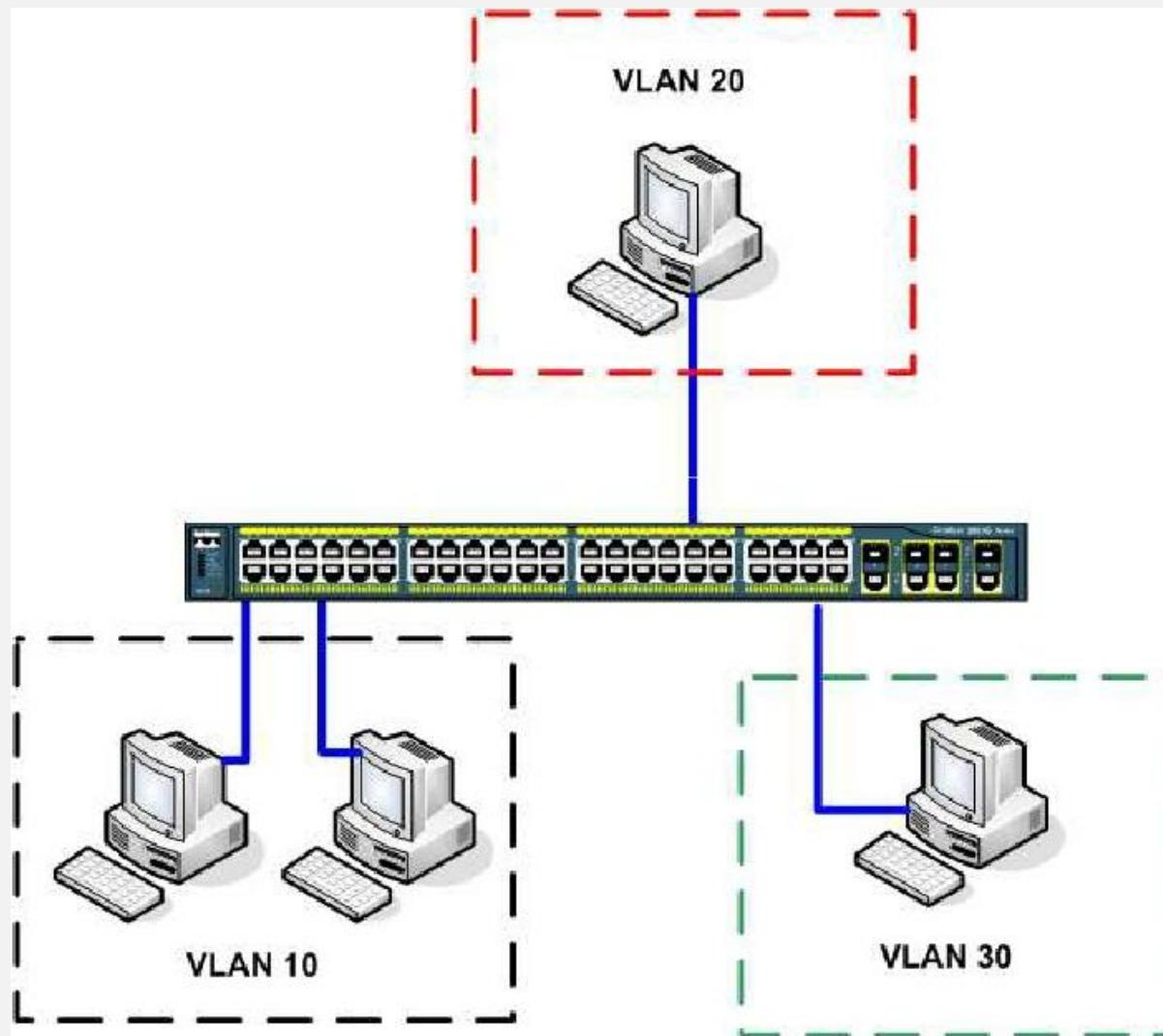
Divide uma rede local em várias redes virtuais;

Divide o domínio de broadcast da rede;

A VLAN 1 é a padrão. A interface VLAN do switch é virtual.

Para a comunicação de máquinas de VLANs diferentes utiliza-se o roteador.

VLAN



VLANs

VLAN Estáticas

São baseadas em portas, ou seja, qualquer dispositivo que se conecte a uma determinada porta do switch pertence a uma determinada VLAN.

VLAN Dinâmicas

São baseadas em endereços MAC. O administrador da rede, deve previamente cadastrar os endereços MAC das estações e associar os mesmos a suas respectivas VLANs. Com isso, quando o usuário plugar seu micro na rede, independente da porta, ele será alocado para a Vlan correta.

Tabela MAC do Switch

É a tabela que contém a relação de:
VLAN x endereços MAC x porta switch.

Switch#show mac-address-table			
Mac Address Table			
Vlan	Mac Address	Type	Ports
----	-----	-----	-----
1	000c.cf08.3987	DYNAMIC	Fa0/2
1	00e0.a38d.bd97	DYNAMIC	Fa0/3
1	00e0.f79c.3c69	DYNAMIC	Fa0/1

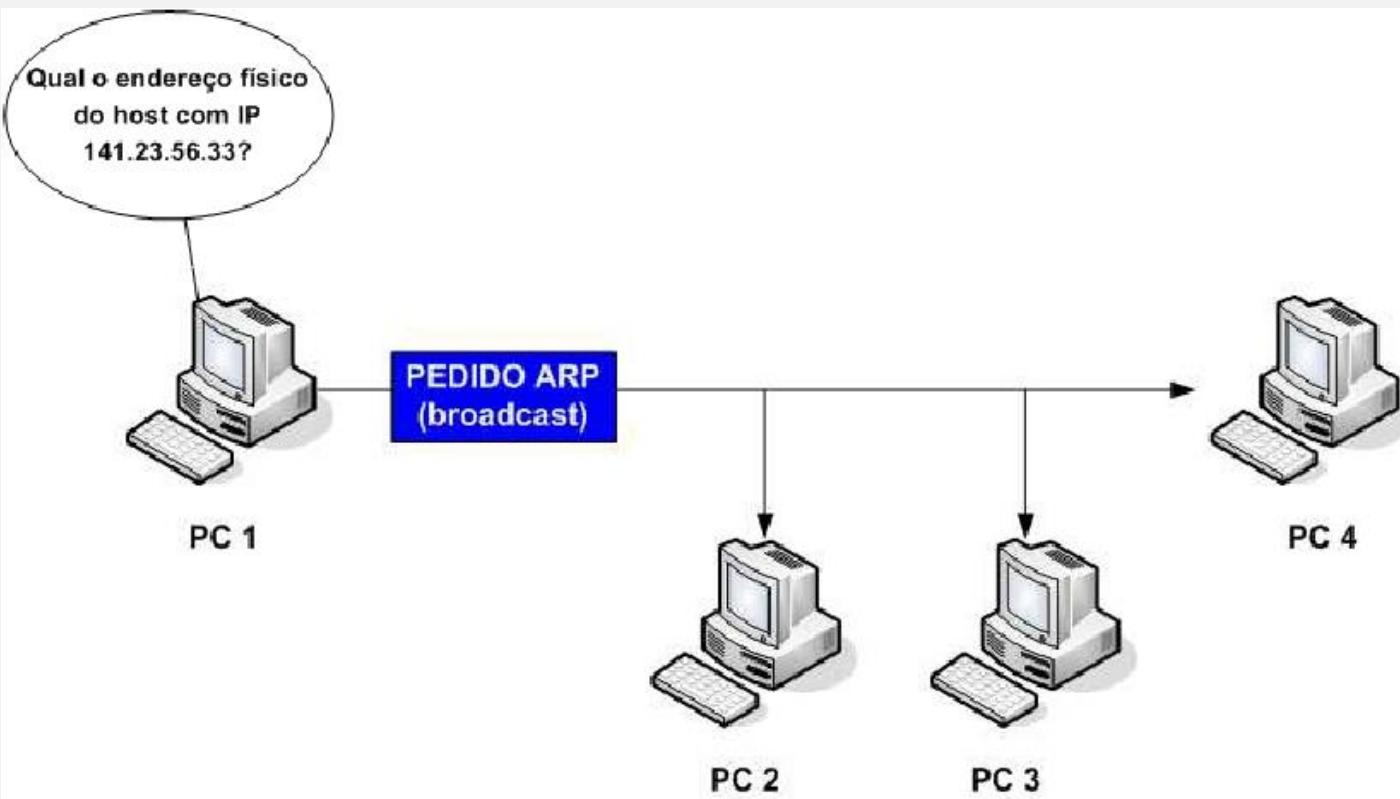
ARP (Address Resolution Protocol)

Para o encaminhamento correto de um datagrama IP na rede é necessário se conhecer o seu endereço físico (MAC) e lógico (endereço IP).

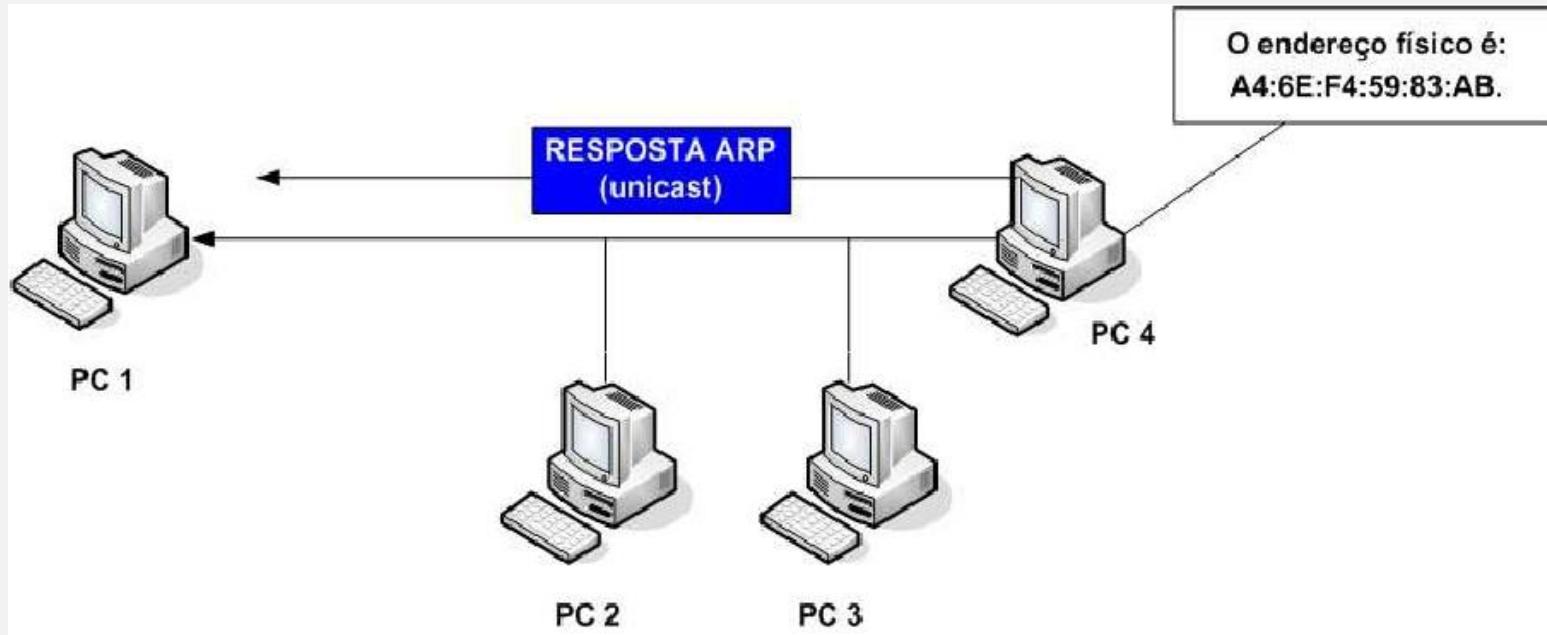
O protocolo ARP associa um endereço IP a um endereço físico.

Sempre que um host da rede precisa descobrir o endereço físico do destino, o mesmo envia um pacote de consulta ARP.

ARP



ARP



Todos recebem o pedido ARP, porém somente o destinatário pretendido envia a resposta ARP com o seu endereço físico.

ROTEADOR

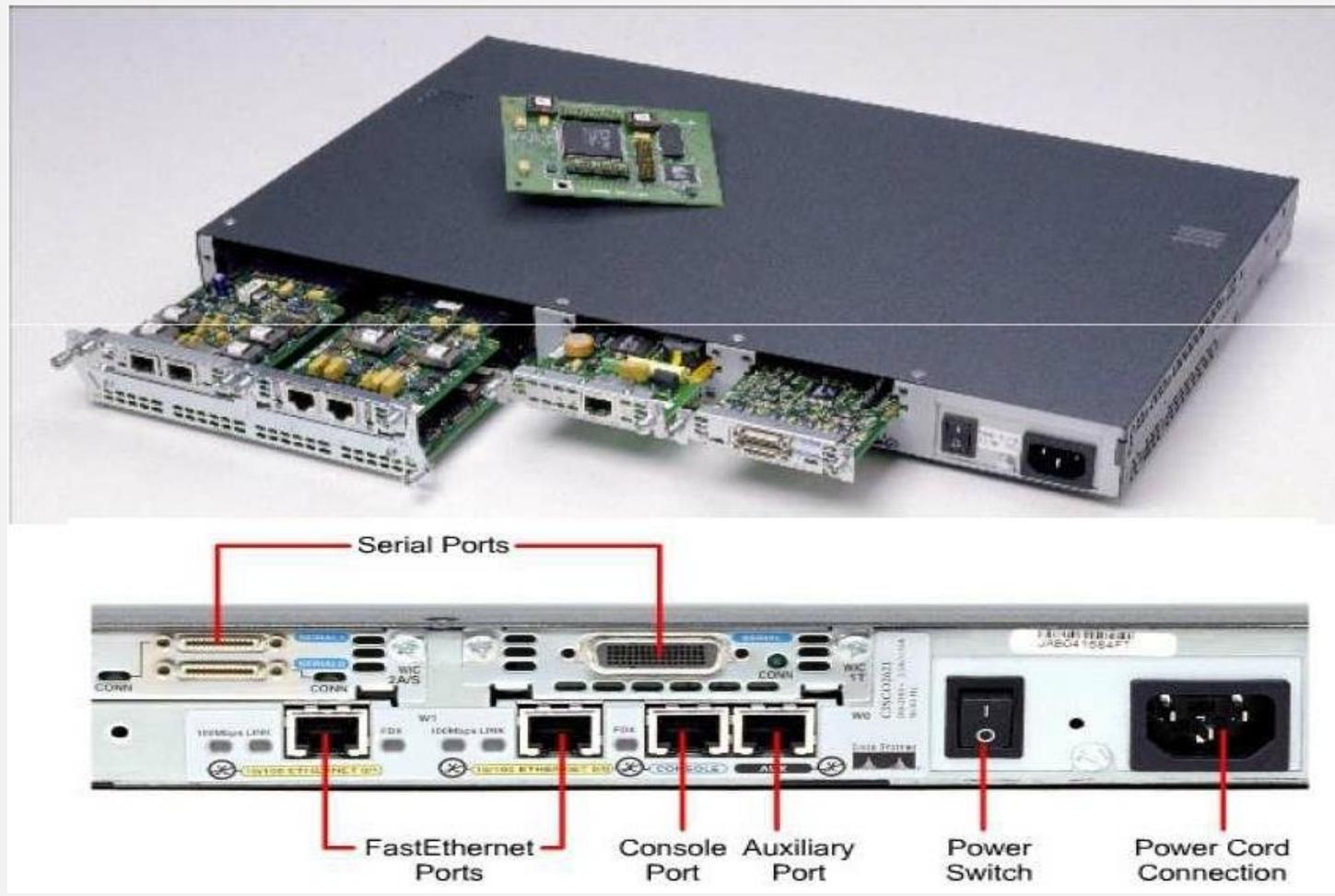
Roteador

Opera na camada 3 do modelo OSI.



SÍMBOLO

Roteador



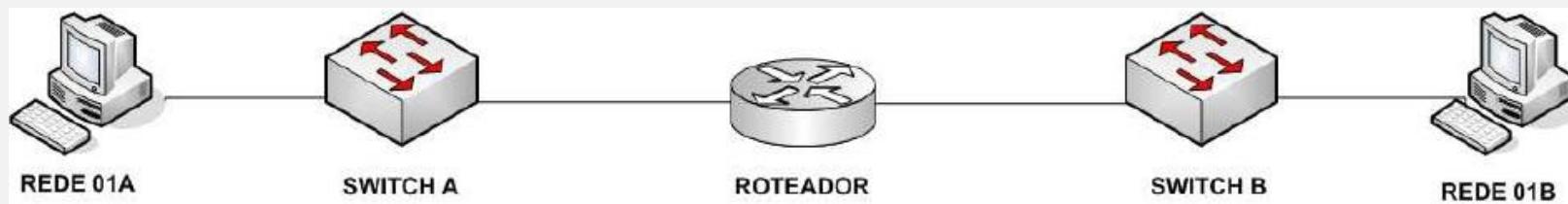
Roteador

O roteador tem um endereço lógico (IP) e um endereço físico para cada uma das suas interfaces.

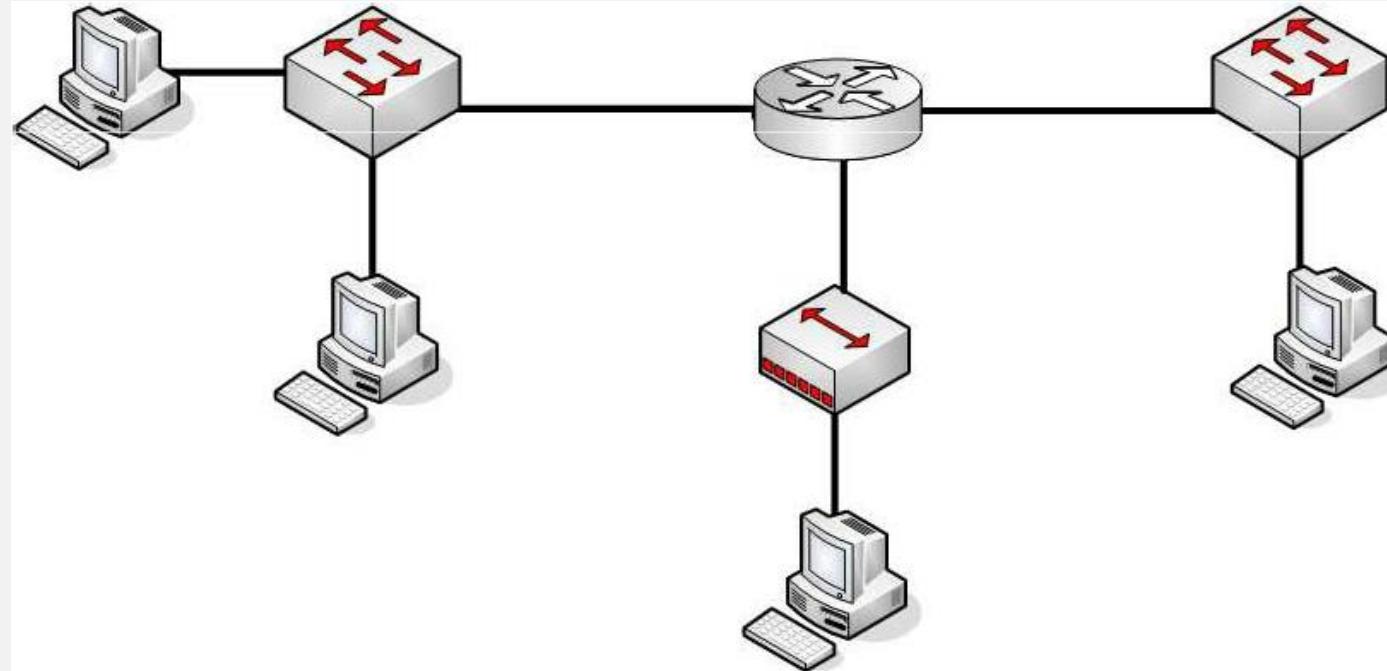
O roteador é o elemento da rede que conhece os caminhos (ou rotas) para se chegar a uma destino.

Roteador

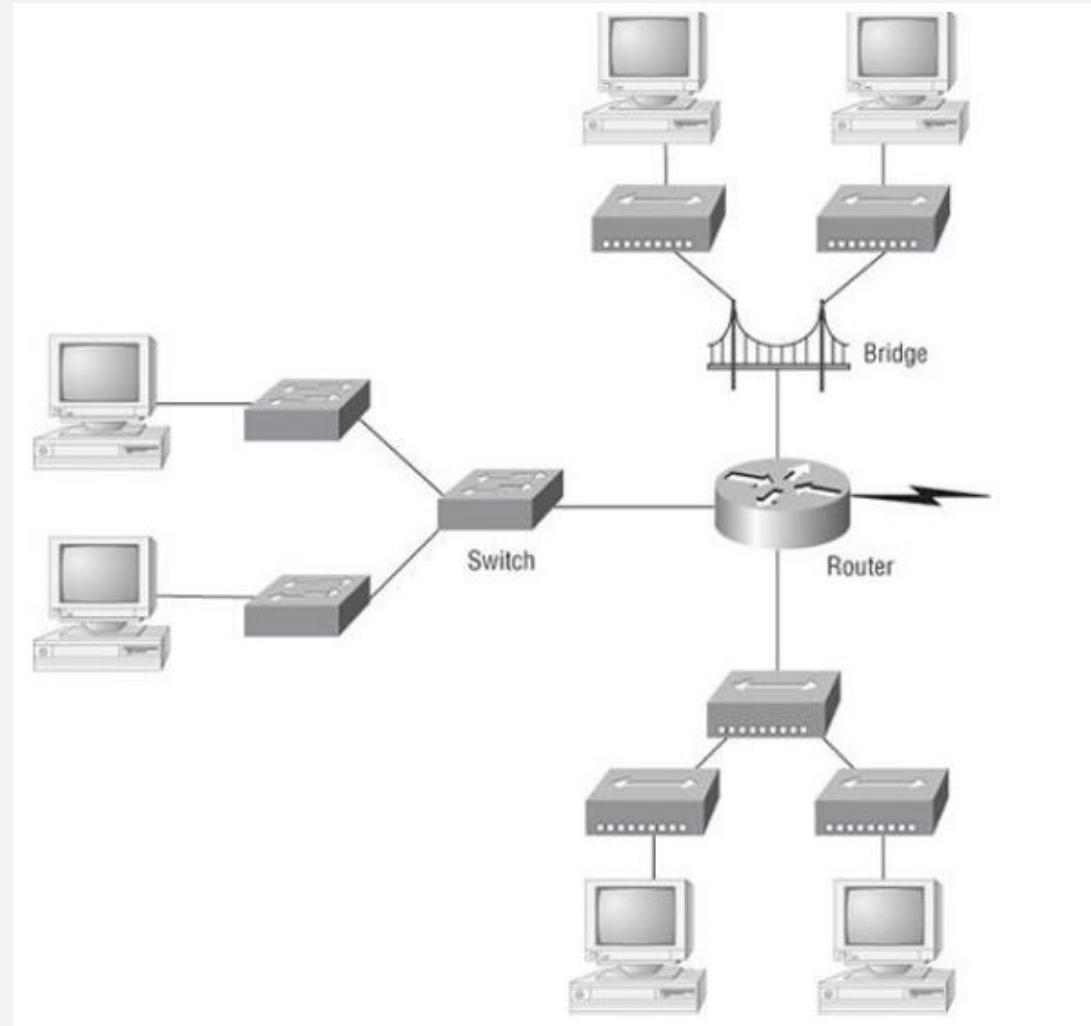
A função do roteador é interligar redes diferentes.



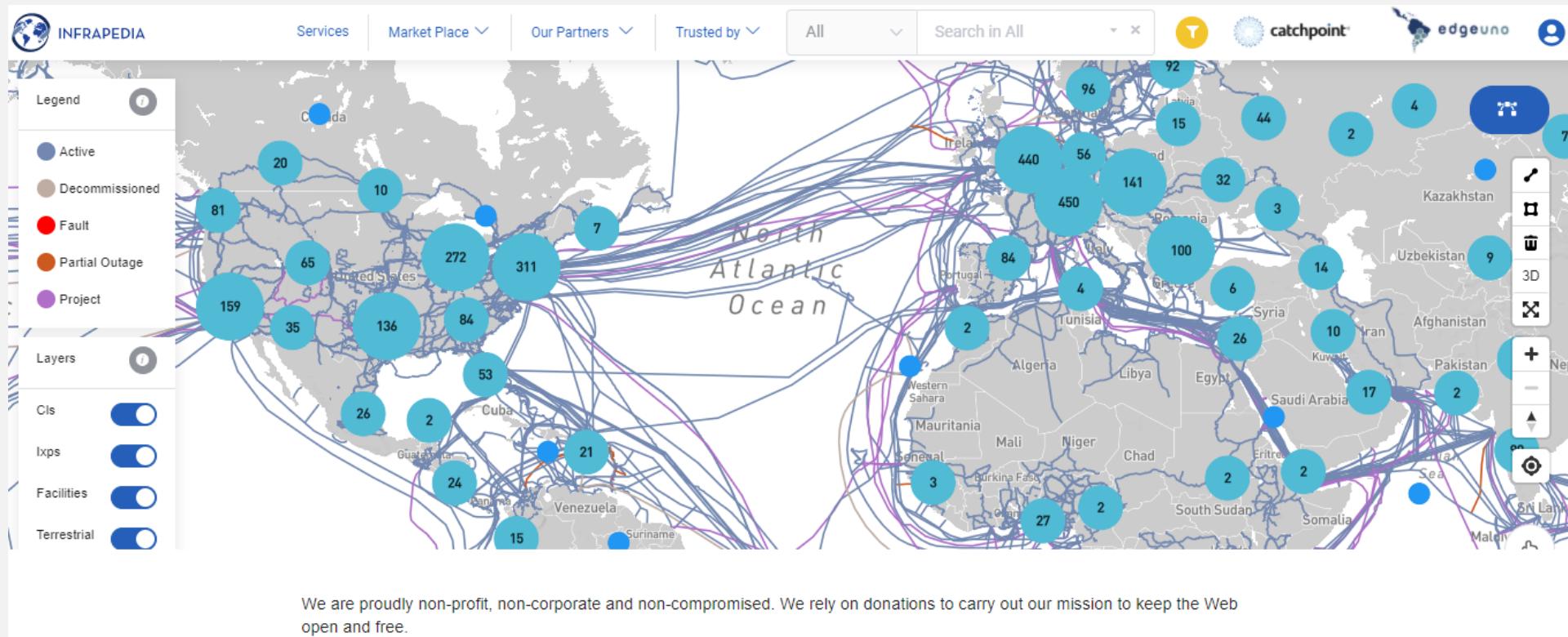
Quantos domínios de colisão e broadcast temos abaixo?



Quantos domínios de colisão e broadcast temos abaixo?



Mapeamento de Cabos - Internet



<https://www.infrapedia.com/app>

Animation about TCP/IP protocol



<https://youtu.be/7Zf203Vmbig>

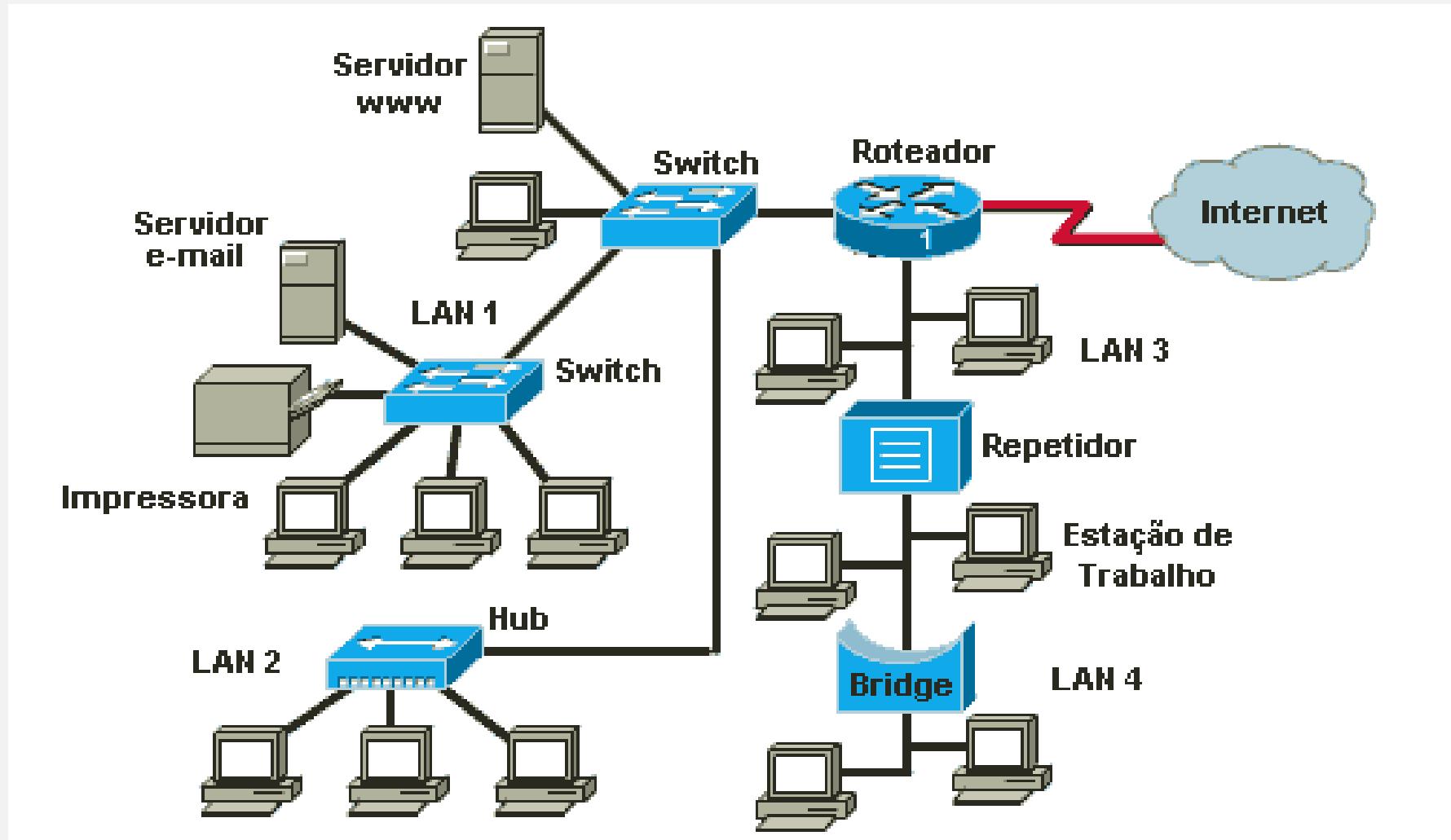
Animação do Modelo OSI



<https://www.youtube.com/watch?v=-6Uoku-M6oY>

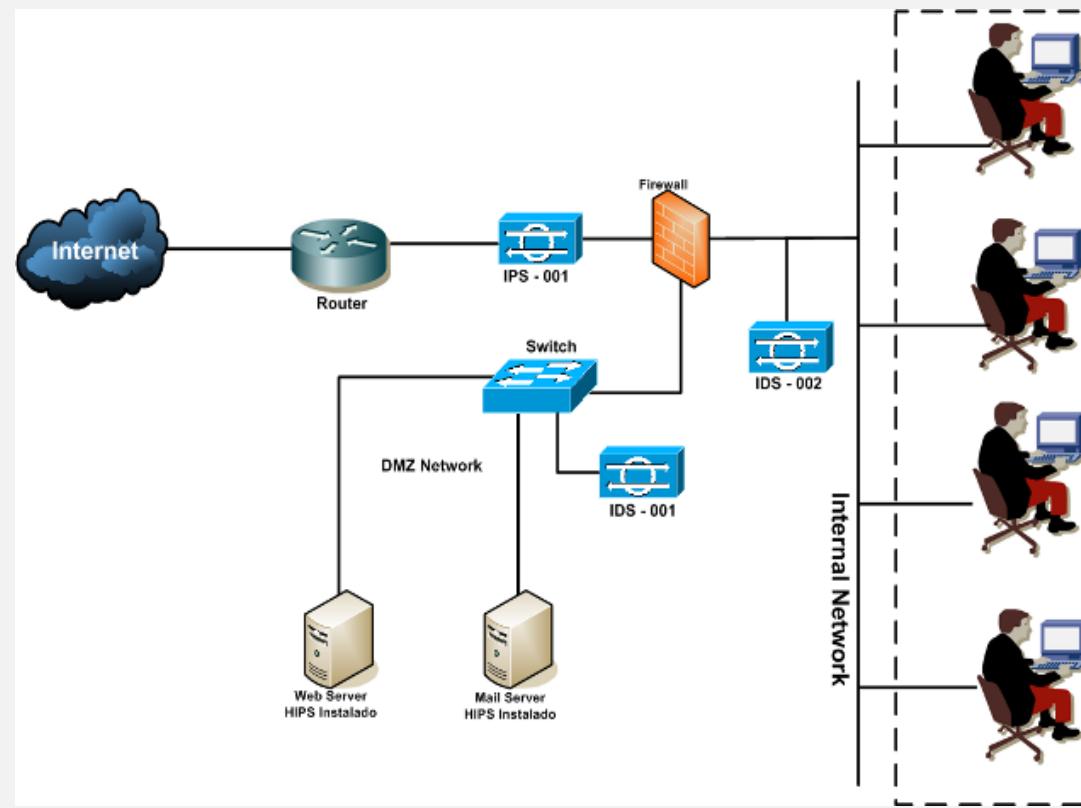
Atividade 2 de Rede

1. Identificar os números dos domínios de Colisão e Broadcast:



Atividade 2 de Rede

2. Identificar os números dos domínios de Colisão e Broadcast:



Atividade 2 de Redes

3. Identifique no Backbone Internet do Brasil, quais conexões/cabos saem do Brasil para outros continentes, identificando o tipo de cabo, velocidade, cidade de origem e destino: <http://www.cablemap.info/> ou (Links para um site externo.)

- <https://www.infrapedia.com/app> (Links para um site externo.)

4. Assistir o vídeo "Animation about TCP/IP protocol" e responder quais equipamentos de rede, com as respectivas funções foram citados no vídeo:<https://youtu.be/7Zf203Vmbig>

Vídeos de Apoio

1. The OSI Model Animation:<https://youtu.be/-6Uoku-M6oY>
2. Hub, Switch, & Router Explicados - Quais as diferenças?
https://youtu.be/1z0ULvg_pW8
3. Ethernet Cables, UTP vs STP, Straight vs Crossover, CAT 5,5e,6,7,8 Network Cables:
https://youtu.be/_NX99ad2FUA
4. Como crimpar cabo de rede:<https://youtu.be/sDD-e-xEOSM>
5. Como Funciona o Cabo de Rede Crossover: <https://youtu.be/rfZ6mh-ufJc>
6. Como crimpar cabo de rede - Versão completa:https://youtu.be/hdQm4W2_Et4?t=23
7. Animation about TCP/IP protocol: <https://youtu.be/7Zf203Vmbig>
8. Introdução à Redes - Ativos de Rede:<https://youtu.be/-rVTt8NQNVY>
9. Equipamentos de Rede - Introdução e Principais Tipos (Switch, Roteador, Repetidor, NAS...):<https://youtu.be/u2LeXY07vrE>