

1 Aula 2

1.1 Redes de acesso e meios físicos

- Ligar dispositivos (hosts) ao primeiro roteador (**gateway**).
- Denominação:
 - 1º “hop” (salto) numa rede local.
 - “última milha” numa rede pública de comunicação (termo herdado da telefonia).

MAC:

- Camada Enlace
- Datalink
- 48 Bits Address “Endereço Físico”

1.1.1 Acesso institucional

- **Rede local** (LAN) liga sistema terminal ao 1º Roteador (gateway).
- **Exemplo: ethernet**
 - Meio compartilhado ou dedicado usado para acesso ao roteador

1.1.2 Meio físico: guiados ou não guiados

- Meio guiado:
 - Meio sólido: cobre, fibra.
- Meio não guiado:
 - Sinais propagam em meios abertos: rádio, wifi, micro-ondas, bluetooth.

1.1.3 Par trançado (Twisted Pair - TP)

- Fios isolados de cobre.
 - Categoria 3: fio telefônico, ethernet de 10 Mbps.
 - * **(Nunca usado no Brasil)**
 - Categoria 5: ethernet de 100 Mbps (mais usado).
 - Categoria **5e**: até gigabit ethernet 1000 Mbps.
 - Categoria 6: gigabit ethernet 1 Gbps até 10 Gbps.

1.1.4 Meios físicos

1.1.4.1 cabo coaxial

- Fio (portador sinal) dentro de outro fio (blindagem).
 - Banda básica: canal único no cabo.



- **Banda larga:** múltiplos canais no cabo.
- Bidirecional
- Uso era comum em **Ethernet** de 10 Mbps.
- Mas cabo coaxial suporta bandas maiores.
- Exemplo: internet cable (“NET virtua”) a **240 Mbps**.

1.1.4.2 fibra ótica

Cabo de **fibra ótica**:

- Fibra de silício iluminado por pulsos de luz
- Operações de alta velocidade:
 - Mais comum atualmente suporte de 1 a 10 Gbps.
- Baixa taxa de erro.
- 2 tipos de fibra:
 - Monomodo.
 - Multimodo.

1.1.4.3 rádio

- Não guiado
- Usa o espectro eletromagnético.
- Bidirecional.
- Efeitos sobre propagação de ambiente:
 - Reflexão.
 - Obstrução por objetos.
 - Interferência.
- **Microondas terrestres**
 - Canais até 155 Mbps
- **Rede local wi-fi**
 - 802.11g, 802.11n, 802.11ac
 - 54 Mbps, 300 Mbps, 600 Mbps, 800 Mbps, 1200 Mbps
 - 2.4 GHz e 5 GHz
- **Longa distância** (p.ex., celular)
 - 3G e 4G em alta velocidade
- **Satélite**
 - Canais de até 50 Mbps (ou múltiplos canais menores)
 - Retardo ponto a ponto de 270 ms.
 - Geossíncrono x LEOS (Low Earth Orbit Satellite)

1.1.5 Acesso residencial

1.1.5.1 acesso ponto a ponto

- **ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line**
 - Até 34 Mbps de roteador a casa.
 - Até 4 Mbps de casa ao roteador.
 - Disponibilidade de ADSL: Telefônica, Oi, etc...

1.1.5.2 cable modem

- **HFC: Hybrid Fiber Coax (Cable)**



- Assimétrico
- **Responsabilidade do Headend**

1.1.6 Como surgiu Banda Larga

- **John Doerr** e **Bruce Ranenel** (intel)
- **Dezembro de 1944**: feira **Western Cable Show** em Anaheim (CA/USA).
 - Stand da **Motorola**: demonstração de uma caixa de US\$300,00

1.2 Atrasos/Delays

1.2.1 Atrasos em redes de pacotes

- Pacotes experimentam **atrasos** em caminhos fim a fim.

Atraso total de nó

Transmissão; Propagação; Processamento; Enfileiramento.

1.2.2 Atrasos ou retardos (delays)

Enquanto um pacote viaja

1.2.3 Atraso de Processamento

- **Atraso de Processamento** (d_{proc}): O tempo para examinar o cabeçalho do pacote, e determinar o que fazer.
- Então tipicamente na ordem dos **microsegundos**, ou menores. Após este processamento, o router envia o pacote à fila que precede a ligação até o router B.

1.2.4 Atraso de Fila

- **atraso de enfileiramento** d_{queue} → depende da quantidade de outros pacotes, que chegaram antes, e que estão na fila aguardando a transmissão através do link.
- Se a fila estiver vazia

1.2.5 Atraso de Transmissão d_{trans}

Depende da **Largura de Banda** do enlace.

- Tamanho do pacote → **L bits**.
- Banda do link entre roteadores → **R bits/sec**.

R é a **taxa de transmissão**.

- **Atraso de transmissão** $d_{trans} = L/R$

Tempo para enviar o pacote R

banda (depende da tecnologia e do SLA)

- R = banda do enlace (bps)
- L = tamanho do pacote (bits)



- Tempo (atraso) para transmitir pacote do enlace $d_{trans} = L/R$

Quantidade de bits dividido pela velocidade disponível.

Não confundir transmissão com propagação!

1.2.6 Atraso de Propagação

- **Atraso da propagação** → Tempo para viajar ao longo do link.

Retardo de **propagação**:

- s = distância do enlace
- v = velocidade de propagação. (2×10^8 metros/sec)
- **Atraso de propagação** = distância / velocidade

Esses atrasos acontecem em cada um dos nós.

1.2.7 Em redes de pacotes

Considerando d_{prop} ; d_{queue}

1.2.8 Queue delay

1.2.9 “Drop” de pacotes

- **A capacidade da fila não é infinita**
 - Atrasos não tendem a infinito: pacotes **se perdem**.
- **Pacote pode chegar e encontrar uma fila cheia.**
 - Não há como armazenar ou tratar o pacote.
 - Então routes **descarta** o pacote → “**drop**” do pacote
- O desempenho em um nó não é medido apenas pelos atrasos, mas também com a probabilidade da perda de pacotes

1.3 Camada de Protocolo

Redes são complexas!

- Muitos componentes:
 - Hosts.
 - Roteadores.
 - Links.
 - Aplicações.
 - Protocolos.
 - Hardware, software...

Pergunta: Como **organizar** a estrutura de rede?

1.3.1 Por que usar camadas?

- Lidar com sistemas complexos
- Modelo de referência
- Manutenção e atualização facilitados



1.3.2 Pilha de protocolo da Internet

- **Aplicação:** suporta aplicações de rede
- **Transporte:** roteamento de pacotes
- **Enlace:** LAN
- Física: bits nos cabos

conexão de redes (TCP/IP)

rede local

1.3.3 Modelo de Referência TCP/IP

4. Aplicação
5. Transporte
6. Internet
7. Host/Rede

1.3.4 Modelo TCP/IP x pilha TCP/IP

4. Aplicação
5. Transporte
6. Internet
7. Host/Rede
8. Aplicação
9. Transporte
10. Rede
11. Enlace
12. Física

1.3.5 Modelo de rede ISO/OSI

- Modelo de 7 camadas
- Nunca implementado de fato.

1.3.6 Relação ISO/OSI x TCP/IP

Aplicação

Apresentação

Sessão

Transporte

Rede

Ligação de Dados

Física



1.3.7 Camadas: comunicação lógica

- Usa os serviços da camada de baixo.

“Entidade-par” de origem se comunica **logicamente** com “entidade-par” no destino

1.3.8 Camada de protocolos dados

- Cada camada **recebe** dados da **camada superior**.
- **Acrescenta cabeçalho** com informação para criar nova unidade de dados.
- **Entrega** a nova unidade de dados para **camadas inferiores**.

1.4 Backbones, NAPs e ISPs

- Internet é **hierárquica**.
- Dispositivos são conectados aos **provedores de serviço locais da Internet** (Internet Service Providers - ISPs).
- **ISPs locais** são conectados a **ISPs regionais ou nacionais**.
- Os ISPs nacionais e internacionais são conectados juntos no topo do nó mais elevado na hierarquia.
- Ponto mais alto da hierarquia: **ISPs nacionais**.
- Como a hierarquia se

1.4.1 Transit ou peering

Solução:

- Introduzir **pontos de conexão** ligando os provedores Regionais e Nacionais.
- Há duas maneiras de fazer isso:
 - Como um **Ponto de Trânsito** (“transit”)
 - Ou com **Ponto de Troca de Tráfego (PTT)**
 - * Também chamados de **NAPS** (Network Access Points).
 - Interconectam provedores.
- Veremos a diferença entre eles.

1.4.2 Peering x Transit

- “Transit: dinheiro
 - the advertisement by an Internet service provider (ISP) of routes to a customer’s Internet Protocol address to the other ISPs who constitute the rest of the Internet, thereby soliciting inbound traffic from them on behalf
- **Peering**: troca voluntária de dados “**voluntary** interconnection of administratively separate Internet networks for the purpose of exchanging traffic between the

AS → Autonomous System

- Só eles podem realizar peering