

RESUMO INFRACOM

Capítulo 1

Monitor: Carlos Henrique Vieira Marques Veeck

chvmv@cin.ufpe.br

1.1: O que é a Internet?

1.1.1 Uma descrição dos componentes da rede:

- A Internet é uma rede que conecta bilhões de dispositivos ao redor do mundo, como computadores, smartphones, televisores e etc.
- Esses equipamentos são denominados de **hospedeiros** ou **sistemas finais**.
- Os hospedeiros são conectados entre si por meio de **enlaces (links)** de comunicação e **comutadores (switches)** de pacotes.
 - Cada link pode transmitir dados em **taxas de transmissão** diferentes.
 - Switches geralmente são utilizados em redes de acesso locais, enquanto os roteadores são mais utilizados no núcleo da rede.
- Quando um hospedeiro tem dados para transmitir, ele realiza um processo de segmentação dos dados, juntamente com a adição de bytes de **cabeçalho (header)** para cada segmento. Esses blocos de informação resultantes são chamados de **pacotes**.
- A sequência de links e switches que os pacotes percorrem do hospedeiro emissor até o destino final é chamada de **rota**.
- Os hospedeiros conseguem acessar a Internet por meio de **Internet Service Providers (ISP)**.
 - Existem diversos tipos de ISP, como: Residenciais, corporativas, universitárias...
 - Oferecem ao sistema final diferentes métodos de acesso à rede e serviços.
- As ISPs também precisam se conectar entre si.
 - ISPs de baixo nível são conectadas entre si por ISPs de alto nível.

-
- Componentes da rede rodam protocolos que controlam envio e recebimento de informações
 - Padrões da Internet são regidos pela IETF.

1.1.2 Uma descrição do serviço:

- A internet também pode ser classificada como uma **infraestrutura que provê serviços à aplicações**.
 - Oferece suporte para apps, e-mail, streaming, jogos online...
- Sistemas finais ligados à Internet possuem uma interface socket que especifica como o programa em um hospedeiro solicita à infraestrutura da internet para enviar dados para outro sistema final.

1.1.3 O que é um protocolo? :

- Protocolos são a “regras que governam” todas as atividades que envolvem duas ou mais entidades comunicantes.
 - *“Um protocolo define o formato e a ordem das mensagens trocadas entre duas ou mais entidades comunicantes, bem como as ações realizadas na transmissão e/ou no recebimento de uma mensagem ou outro evento.”*

1.2: A periferia da Internet.

1.2.1 Redes de acesso:

- Redes de acesso conectam um hospedeiro ao primeiro roteador de uma rota.
 - Também é conhecido como roteador de borda.
- Existem diferentes tipos de acesso:
 - Residencial (DSL, cabo, FTTH e 5G Fixed Wireless).
 - Empresarial e residencial (Ethernet e WiFi)
 - Acesso sem fio à longa distância (3G, 4G e 5G)

1.2.2 Meios Físicos:

- Muitos desses métodos de conexão utilizam meios físicos que transmitem os bits, podendo ser **guiados** (meio sólido como um cabo de fibra óptica) ou **não guiados** (atmosfera ou espaço, como uma rede de satélites). Exemplos de meios físicos:
 - Par de fios de cobre trançados.
 - Cabo coaxial.
 - Fibras ópticas.
 - Canais de rádio terrestres.
 - Canais de rádio por satélite.

1.3: O núcleo da rede.

1.3.1 Comutação de pacotes:

- Para enviar uma mensagem de um hospedeiro a outro, o pacote passa por links e switches.
- Taxa de transmissão é a razão entre o tamanho do pacote em bits L e a taxa de transmissão em bits por segundo R (L/R).
- A maioria desses nós de comutação de pacotes utiliza a **transmissão armazena-e-envia (store-and-forward)**.
 - Isso significa que o nó apenas pode iniciar a transmissão do pacote após recebê-lo por inteiro.
- Esses nós possuem **buffers** para armazenar os bits dos pacotes enquanto espera seus recebimentos por completo.
 - Cada nó possui um **buffer de saída**, que armazena os pacotes prestes a serem enviados.
 - Pode se formar uma fila de pacotes nesse buffer, causando atrasos de fila.
 - Caso o buffer esteja lotado e chegue mais um pacote, ocorre **perda de pacote**.
- Para saber para qual enlace de comunicação o roteador deve enviar seus pacotes, é utilizada uma **tabela de repasse (forwarding table)**.

-
- Quando um pacote chega no roteador, o mesmo analisa parte do endereço IP de destino no cabeçalho do pacote e o envia para o roteador adjacente adequado.

1.3.2 Comutação de circuitos:

- Em redes de **comutação de circuitos**, os recursos necessários para comunicação (como a taxa de transmissão) entre 2 sistemas finais são reservados durante uma sessão, garantindo sua disponibilidade.
 - Utiliza conexão “fim-a-fim” dedicada entre os hospedeiros.
 - Ex: Redes de telefonia tradicionais.
- Em redes de **comutação de pacotes**, esses recursos são utilizados sob demanda e poderão ter que esperar para ter acesso a algum recurso específico.
- As redes de comutação de circuitos podem ser implementadas por meio de **multiplexação**.
 - FDM (Frequency-division multiplexing)
 - TDM (Time-division multiplexing)
- Apesar da comutação de circuitos e pacotes ambas coexistirem, a comutação de pacotes é muitas vezes considerada mais efetiva que a comutação de circuitos, por ser mais flexível com a distribuição de banda pelos usuários da rede e não necessitar de uma conexão dedicada para funcionar corretamente.

1.3.3 Uma rede de redes:

- Para conseguir interligar todos os sistemas finais, as ISPs precisam estar conectadas entre si, formando uma **rede de redes**.
- Existe uma **hierarquia** de ISPs, onde cada nível é mais abrangente:
 - ISPs de acesso
 - ISPs regionais
 - ISPs de nível 1
- As ISPs de acesso se conectam e pagam para as ISPs regionais que por sua vez, se conectam e pagam para as ISPs de nível 1.
 - ISPs de nível 1 são muito abrangentes e ligam grandes partes do globo, sendo conectadas entre si.

-
- Além dessa hierarquia, na Internet de hoje temos os PoPs (pontos de presença), multi-homing, emparelhamento (peer) e pontos de troca (IXPs), formando a Estrutura de rede 4.
 - **PoP**: grupo de um ou mais roteadores na rede do provedor, onde clientes podem se conectar.
 - **Multi-homing**: É a técnica que uma ISP cliente pode utilizar para se conectar a 2 ou mais ISPs provedores.
 - **Peer**: ISPs no mesmo nível na hierarquia podem conectar diretamente suas redes de modo que o tráfego entre elas passe por conexão direta, reduzindo custos a serem pagos para ISPs de níveis superiores.
 - **IXP**: Ponto de encontro criado por terceiros, onde várias ISPs podem se conectar e se emparelhar.
 - Estrutura de rede 5: acrescenta as redes de provedor de conteúdo.
 - Ex: Google

1.4: Atraso, perda e vazão em redes de comutação de pacotes:

1.4.1 Uma visão geral de atraso em redes de comutação de pacotes:

- Pacotes podem sofrer diversos tipos de atrasos em seu caminho pela rede.
 - **Atraso de processamento**: É o tempo exigido para analisar o cabeçalho do pacote e determinar para onde o encaminhar e verificar se existem erros no pacote.
 - **Atraso de fila**: Tempo que o pacote espera em um buffer para ser transmitido.
 - **Atraso de transmissão**: Quantidade de tempo para transmitir todos os bits do pacote para o enlace. Esse tempo pode ser medido pela fórmula L/R , sendo L bits o tamanho do pacote e R bits/s a taxa de transmissão do roteador.
 - **Atraso de propagação**: O tempo necessário para propagar um bit desde o início do enlace até o roteador de destino. Tempo depende do meio físico

que está transmitindo o bit. Pode ser calculado como $d \cdot s$ (distancia vezes velocidade).

- Atraso Nodal é o somatório dos atrasos de todos os tipos entre 2 nós.

1.4.2 Atraso de fila e perda de pacotes:

- Intensidade de tráfego: λ/R (λ : taxa média que bits chegam à fila. R : Taxa de transmissão).
- **Deve se evitar a todo custo sistemas com intensidade de tráfego > 1** , pois nesses casos, pacotes chegam ao buffer do roteador com mais frequência que são retirados, resultando em filas crescentes.
 - Isso possibilita que ocorra a desastrosa perda de pacotes, que nada mais é que o ato de um pacote ser descartado por não existir espaço no buffer para o alocar.
- Em sistemas com intensidade de tráfego ≤ 1 , filas ainda podem ocorrer caso os pacotes cheguem em rajadas.

1.4.3 Atraso fim-a-fim:

- É o atraso entre os hospedeiros origem e destino.
- Considerando atrasos de fila desprezíveis, para $N-1$ roteadores entre os hospedeiros, o atraso fim-a-fim é calculado por:

- $$d_{\text{fim a fim}} = N (d_{\text{proc}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}})$$

1.4.4 Vazão nas redes de computadores:

- Essa vazão é restringida por um **enlace de gargalo**, que seria o enlace com a menor taxa de transmissão.
- Geralmente esse gargalo se encontra na rede de acesso, mas pode se encontrar em algum enlace compartilhado no núcleo da rede, que esteja tendo que compartilhar sua banda com muitas conexões.

1.5: Camadas de protocolo e seus modelos de serviço

1.5.1 Arquitetura de camadas:

- Para prover estrutura para projetos, projetistas de redes organizam protocolos em camadas. Cada protocolo pertence a uma camada.
- Camadas podem prover um conjunto de serviços a camadas acima dela, chamado de **modelo de serviço**.
- Uma camada de protocolo pode ser implementada em software, hardware ou em uma combinação dos dois.
- A divisão em camadas modulariza a estrutura, facilitando atualizações de componentes do sistema.



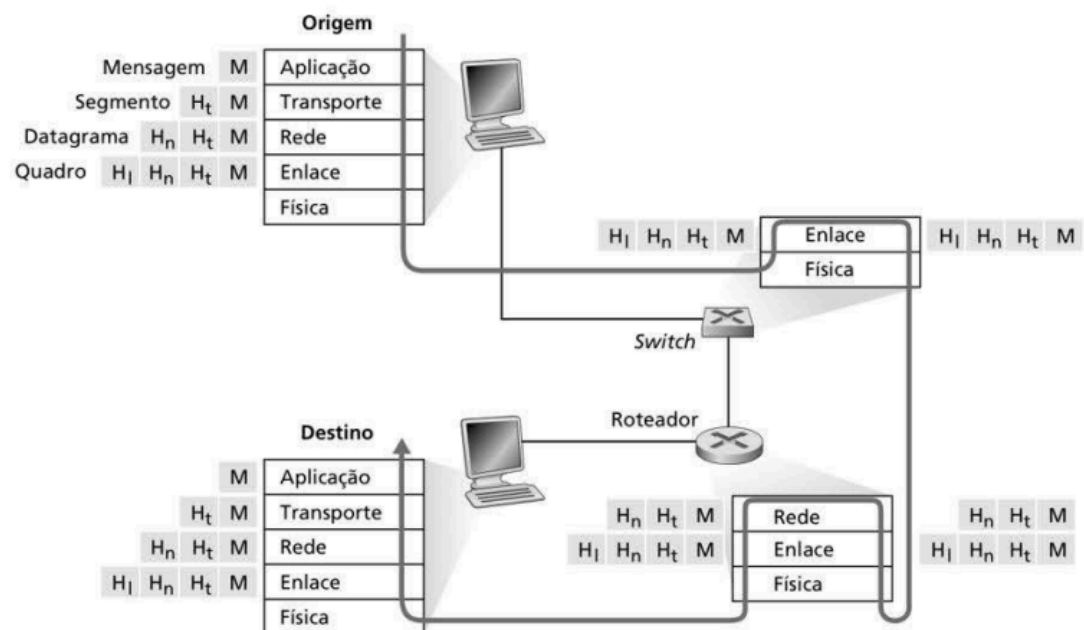
**Pilha de protocolos
da Internet de
cinco camadas**

-
- Camadas de protocolos:
 - **5. Camada de aplicação:** É onde residem as aplicações de rede e seus protocolos. Alguns exemplos de protocolos dessa camada são o HTTP, SMTP e FTP. Um pacote nessa camada é chamado de **mensagem**.
 - **4. Camada de transporte:** É responsável por carregar mensagens de aplicação entre os lados de cliente e servidor de uma aplicação. Existem dois principais protocolos nesta camada, TCP e UDP. Um pacote que recebe o header da camada de transporte passa a ser chamado de **segmento**.
 - **3. Camada de rede:** Responsável por mover pacotes da camada de rede (**datagramas**) entre um hospedeiro e outro. O famoso protocolo IP atua nessa camada, além de protocolos de roteamento.

- **2. Camada de enlace:** Move os pacotes que vem da camada de rede de um nó para outro. Em cada nó, a camada de rede entrega o pacote para a camada de enlace, que o entrega ao nó seguinte. Pacotes que recebem o cabeçalho dessa camada são chamados de **quadros**.
- **1. Camada física:** Responsável por movimentar os bits individuais que estão dentro de um quadro de um nó para o nó seguinte.

1.5.2 Encapsulamento:

- Roteadores e switches não implementam todas as camadas da pilha de protocolos.
 - Roteadores conseguem acessar as camadas 1, 2 e 3.
 - Links conseguem acessar as camadas 1 e 2.
- O encapsulamento permite que cada camada adicione ao pacote seu cabeçalho, provendo todas as informações necessárias para a continuidade do transporte do pacote.



1.6: Redes sob ameaça

-
- Pessoas mal intencionadas podem colocar “**malware**” em seu host por meio da Internet.
 - Recursos maliciosos que buscam infectar nossos aparelhos e realizar atividades perversas, como apagar arquivos e instalar spyware para coleta de dados para enviar para o criminoso.
 - Muitos desses malwares são **auto reprodutivos**, ou seja, ao infectar uma máquina, busca outros hospedeiros para infectar.
 - Além disso, esses “vilões” podem atacar servidores e infraestruturas de redes.
 - Denial of service (DoS): busca tornar uma parte da infraestrutura de uma rede inutilizável, geralmente classificada como uma das seguintes 3 categorias:
 - Ataque de vulnerabilidade.
 - Inundação na largura de banda.
 - Inundação na conexão.
 - Além disso, os ataques podem vir de múltiplas fontes, sendo chamados de **DDoS** (Distributed denial of service), dificultando ainda mais sua detecção e risco.
 - Outros ataques que podem ser realizados são o de **packet-sniffing** e **IP spoofing**.