



UNIVERSIDADE DE
VASSOURAS



UNIVERSIDADE DE VASSOURAS

Curso de Graduação em Engenharia de Software

Aula 1

Redes de Computadores

Prof. André Saraiva

Mestre em Sistemas de Computação
Especialista em Arquitetura e Projeto de Cloud Computing
Analista Sênior Blue Team em Cibersegurança pela Kimoshiro
Tutor EaD pela Universidade Federal Fluminense - UFF



Bibliografia

KUROSE, James F; ROSS, Keith W. **Redes de computadores e a Internet: uma abordagem top-down** . 5. ed. São Paulo (SP): Pearson e Addison Wesley, 2010

Tópicos

Ementa da Disciplina

- Histórico evolutivo dos sistemas de telecomunicações e das redes.

Manutenção de Software

O que é a internet: Componentes



PC



servidor



Laptop
sem fio



smartphone



enlaces
sem fio

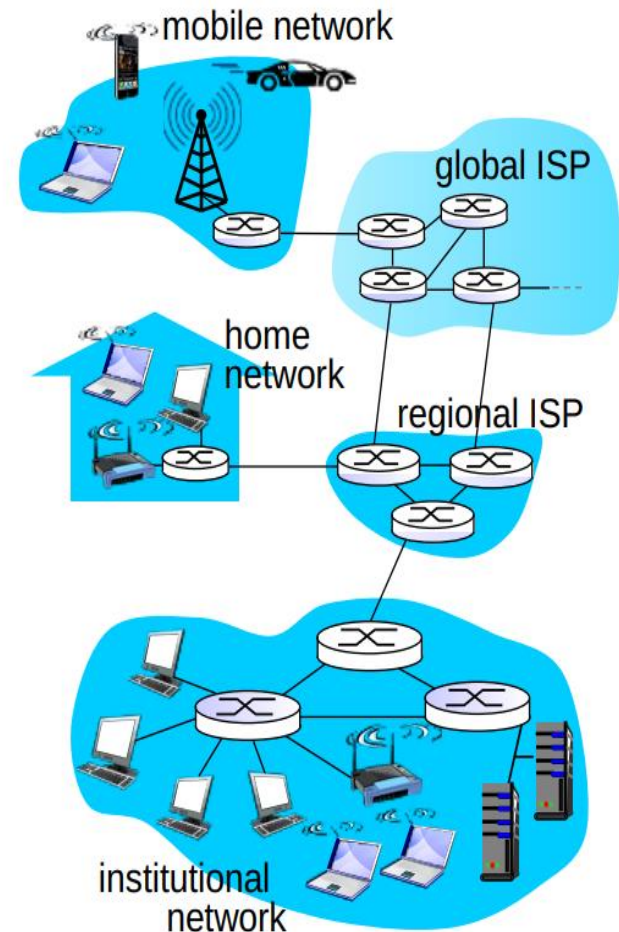


enlaces
cabeados



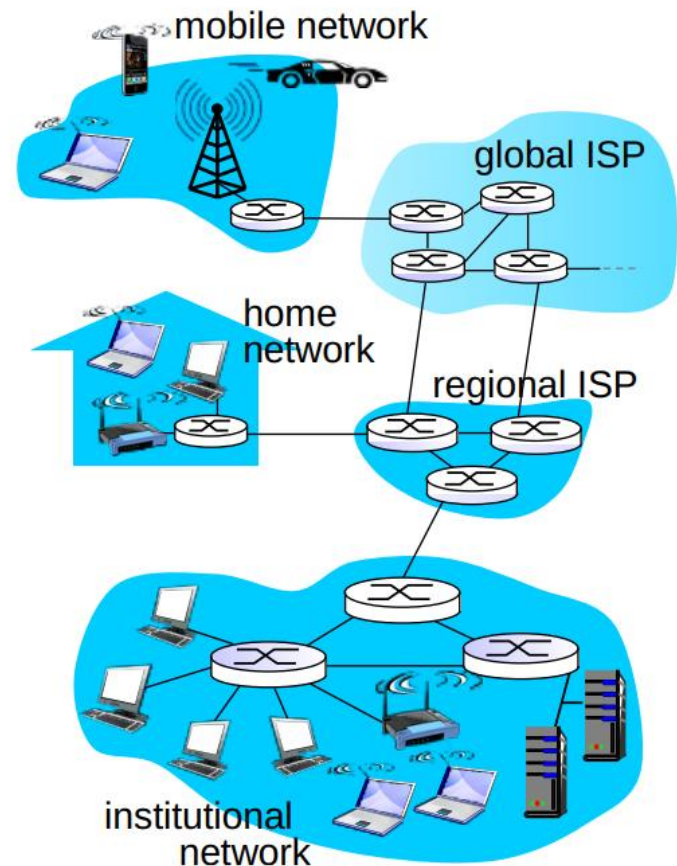
roteador

- Milhões de dispositivos computacionais conectados:
 - **Hosts = Sistemas finais.**
 - Executam **aplicações de rede.**
- **Enlaces de comunicação.**
 - Fibra óptica, cobre, rádio, satélite, ...
 - Características variadas.
- **Comutadores de pacotes:**
 - Encaminham pacotes (unidade de dados).
 - Roteadores e switches.



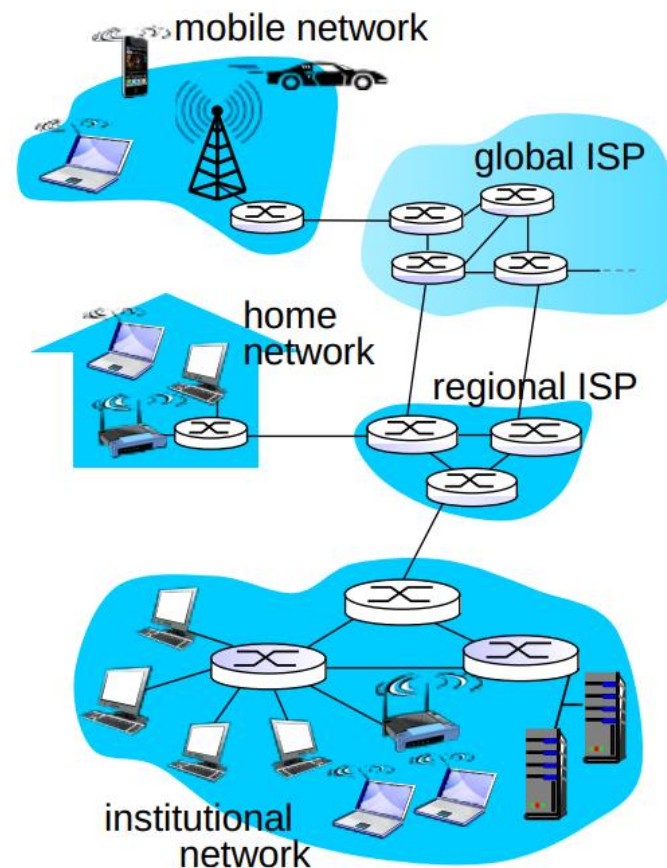
Visão dos Componentes

- **Internet: “Rede de Redes”**
 - Livremente hierárquica
 - Conjunto de **ISPs** interconectados
- **Protocolos:** controlam o envio e o recebimento de mensagens
ex., TCP, IP, HTTP, Skype, 802.11
- **Padrões Internet**
 - RFC: *Request for comments*
 - IETF: *Internet Engineering Task Force* - www.ietf.org



Visão de Serviço

- *Infraestrutura de comunicação permite o uso de aplicações distribuídas:*
 - Web, e-mail, jogos, mensagens instantâneas, voz sobre IP (VoIP), redes sociais , ...
- *Provê interface de programação para aplicações*
 - Permitem que programas de aplicações se conectem à Internet
 - Provê opções de serviço, de forma análoga aos Correios

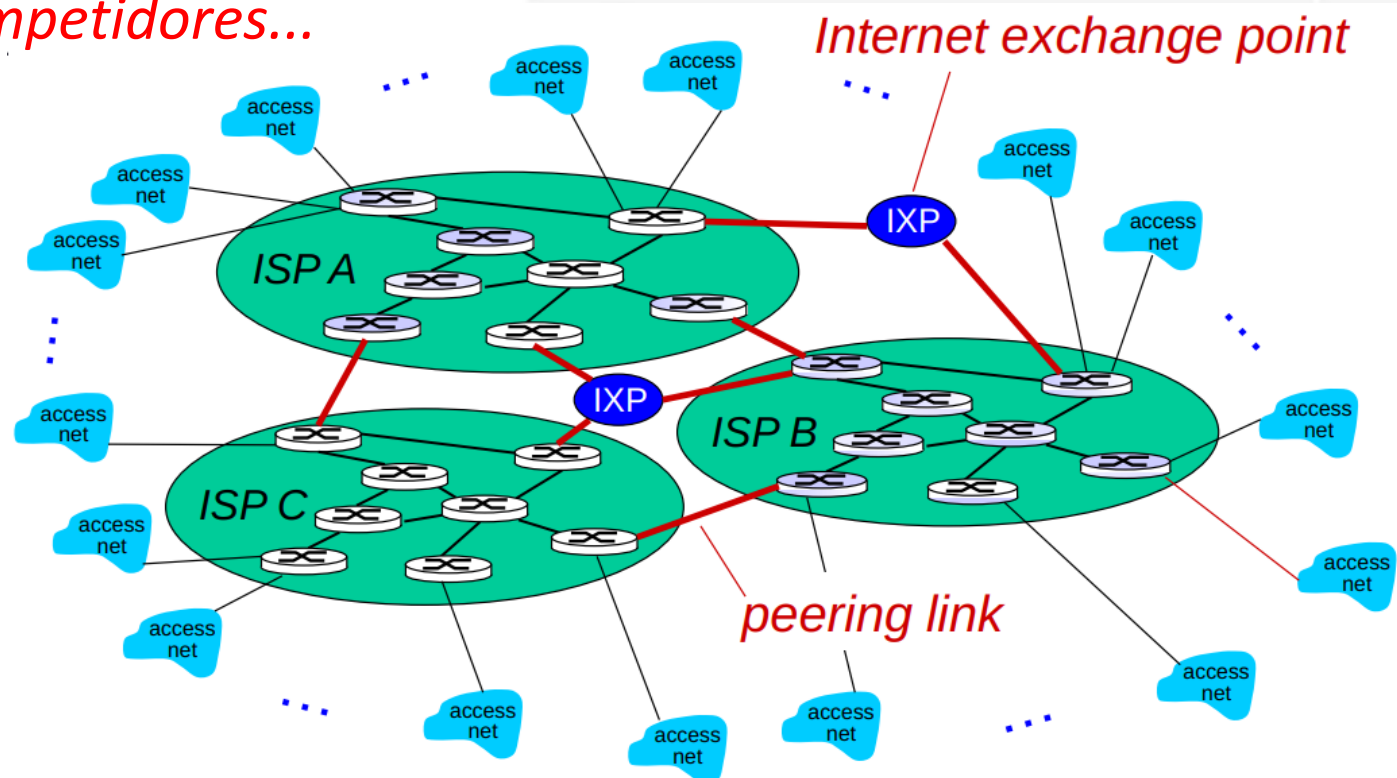


Rede de Redes

- *Sistemas finais se conectam à Internet via ISPs de acesso*
 - ISP = Internet Service Provider (Provedor de Acesso).
 - ISP de acesso: residências, empresas, universidades.
- *ISPs de acesso precisam ser interconectados de alguma forma*
 - De forma que quaisquer dois hosts possam trocar informações.
- *Rede resultante é muito complexa*
 - Evolução guiada por fatores econômicos, políticas nacionais
- *Vamos usar uma abordagem incremental para entender a estrutura atual da Internet.*

Rede de Redes

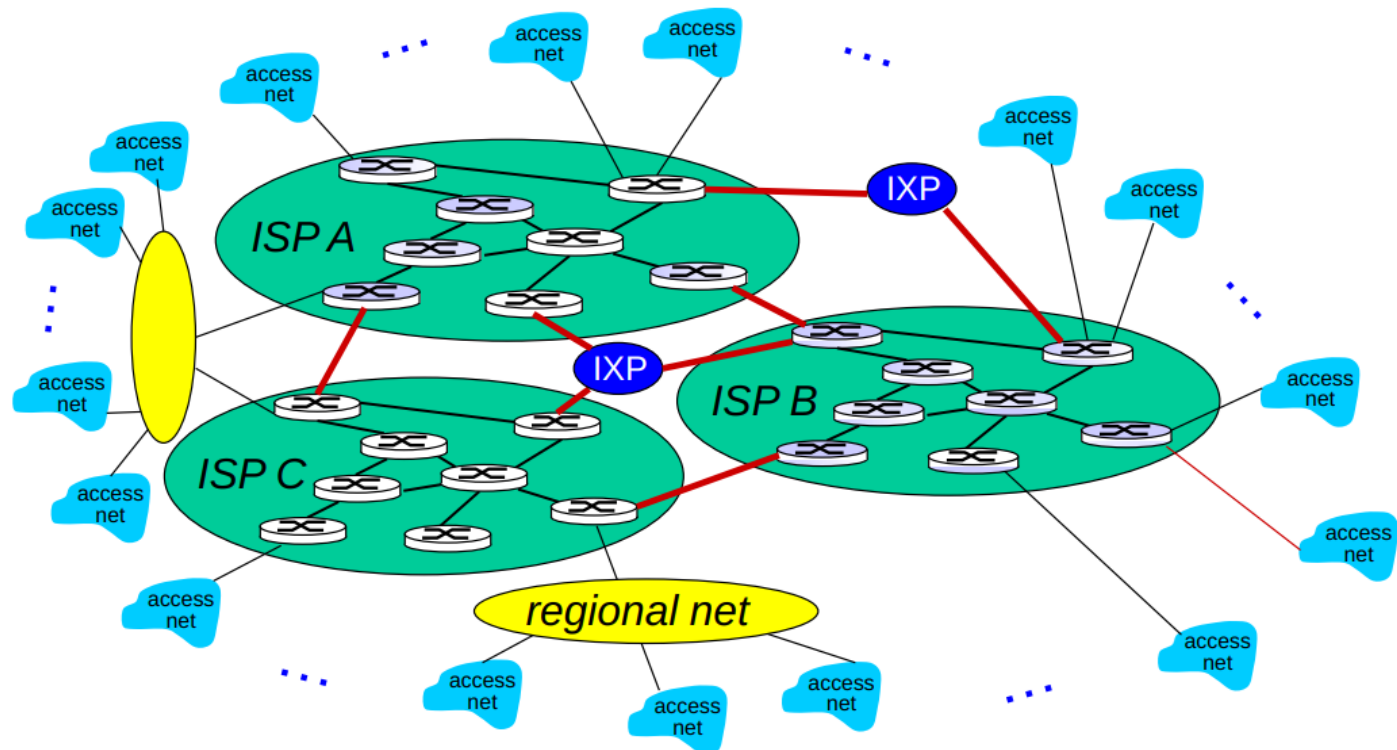
- Mas se um ISP Global é um modelo de negócios viável, haverá competidores...*



- ... Que precisarão se interconectar de alguma forma*

Rede de Redes

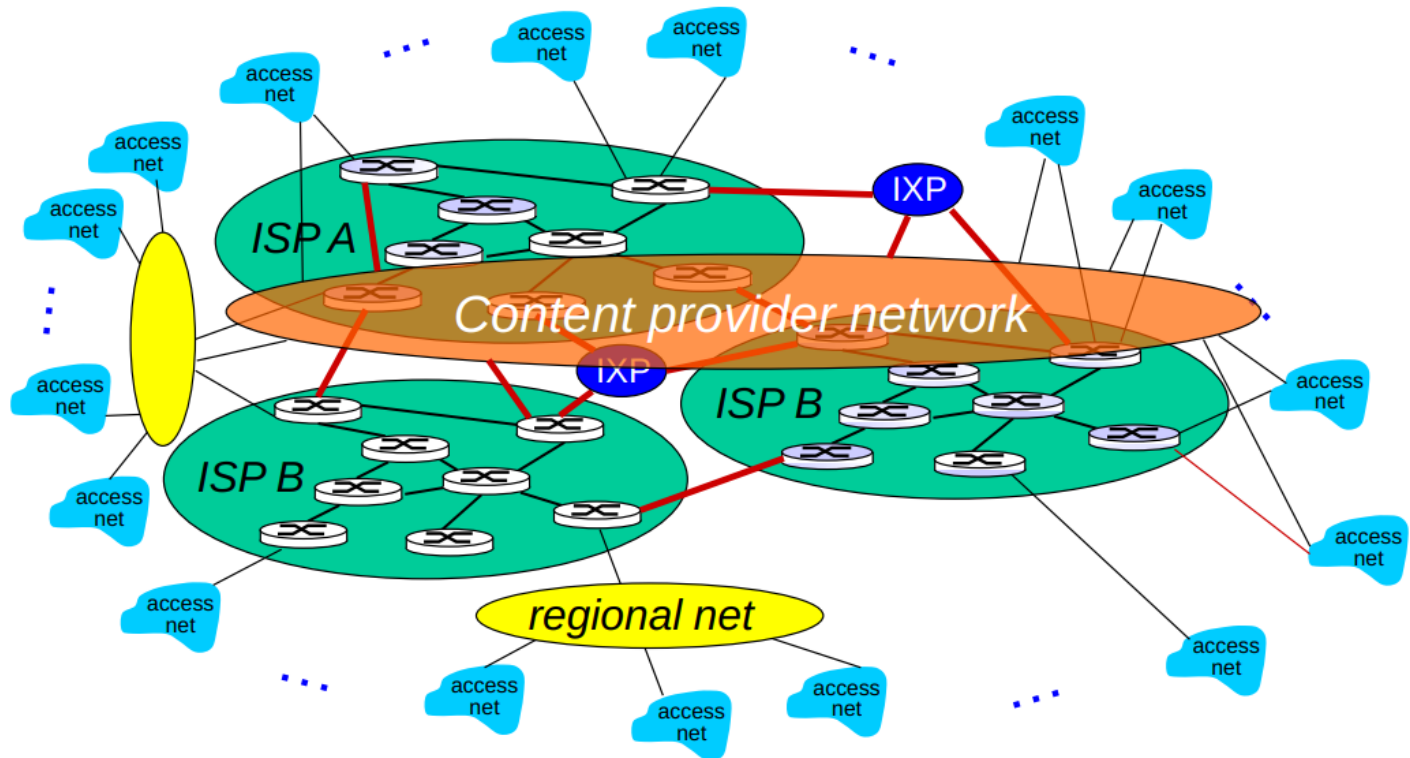
- E talvez também haja espaço para os ISPs regionais*



- Interconectarem ISPs de acesso aos ISPs Globais*

Rede de Redes

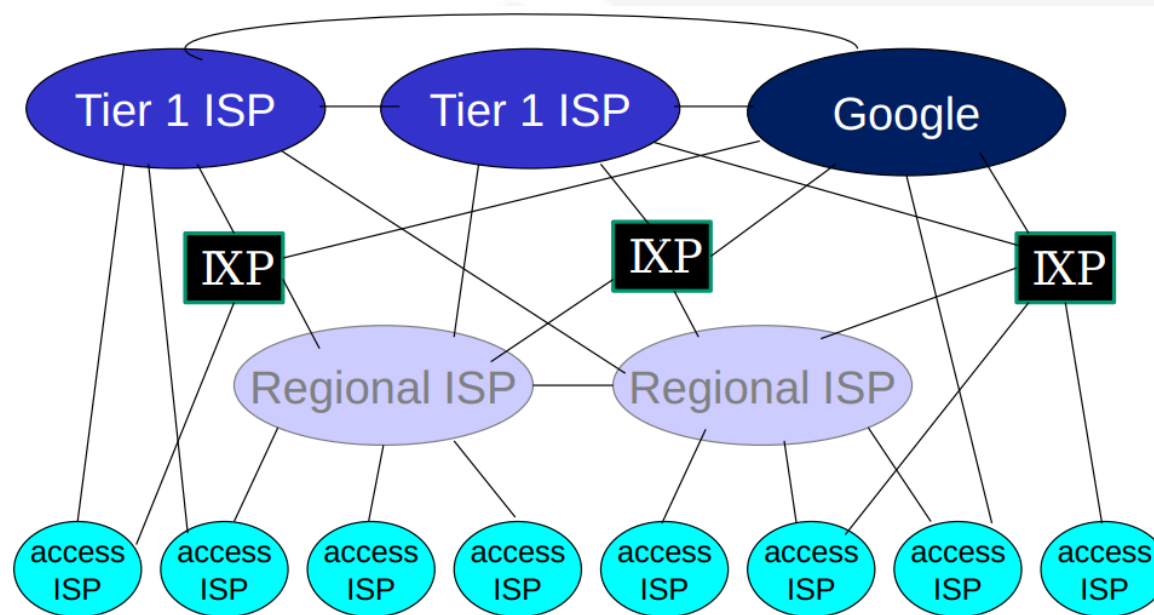
- Provedores de conteúdo também queiram suas próprias redes*



- Abrangência global, aproximam conteúdo dos usuários*

Hierarquia dos ISPs

- ISPs comerciais “Tier-1” com abrangência nacional e internacional, sendo pequeno número de grandes redes bem conectadas (Level 3, Sprint, AT&T)*



- Redes de provedores de conteúdo (Google): redes privadas, conectando data centers à Internet e IXP geralmente ligando ISPs tier-1 e regionais*

Protocolos

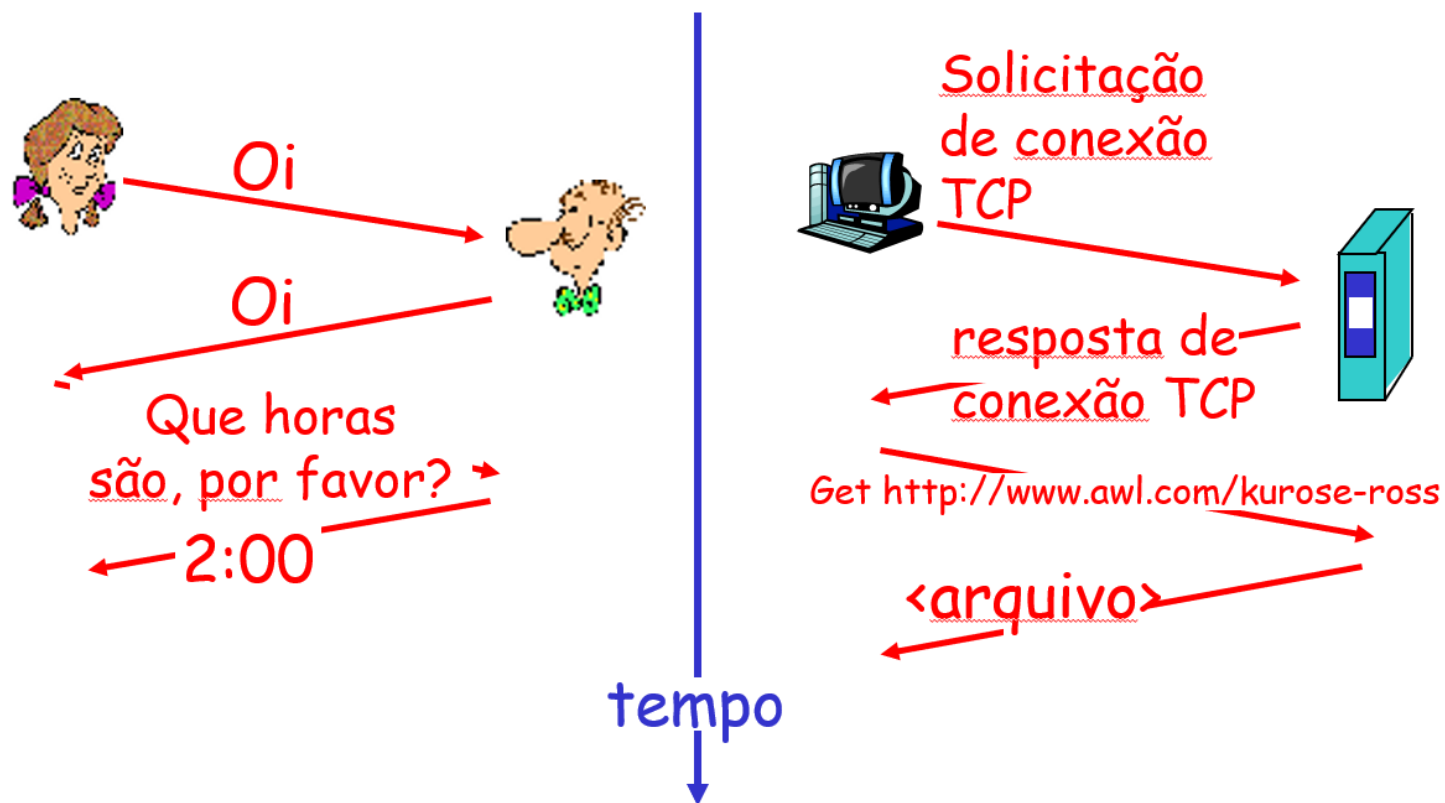
- Protocolos humanos:
 - “Que horas são?”
 - “Tenho uma dúvida”
 - Apresentações
- Mensagens específicas são enviadas
- Ações específicas são realizadas quando as mensagens são recebidas, ou acontecem outros eventos

- Protocolos de rede:
 - Computadores, ao invés de humanos
 - Toda comunicação na Internet é governada por protocolos
- Garantem interoperabilidade entre dispositivos heterogêneos

Protocolos definem o formato e a ordem das mensagens enviadas e recebidas pelas entidades da rede, e quais ações são tomadas quando em cada evento

Protocolos

Protocolos humano versus o protocolo de rede



Enlaces de Comunicação

- Enlaces = links (inglês)
- Interconectam dois ou mais dispositivos computacionais.
 - Ponto-a-ponto vs. compartilhado
- Variam em termos de:
 - Meio físico
 - Taxa de transmissão
 - Comprimento / tempo de propagação
 - Probabilidade de falhas na transmissão
 - ...

Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- O que existe “entre” transmissor e receptor.
- Transporta os bits.
 - Valor do bit transmitido corresponde a alguma grandeza física mensurável.
 - Tensão em um par de fios, intensidade luminosa, frequência de uma onda sonora, ...
 - Transmissor manipula a grandeza, receptor a monitora.

Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- **Meios guiados:**
 - Sinal se propaga ao longo de um meio solido.
 - Sinal é (praticamente) “confinado” ao meio.
- **Meios não-guiados:**
 - Sinal se propaga de forma livre.
 - Tende a se espalhar pelo espaço

Redes de Computadores

Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- **Par-trançado:**

- Dois fios de cobre com isolamento.
- Categoria 5: Ethernet de 100 Mb/s, 1 Gb/s.
- Categoria 6: Ethernet de 10 Gb/s



Cabo coaxial:

- Dois condutores de cobre concêntricos.
- Bidirecional.
- Banda larga: Múltiplos canais em um mesmo cabo ou HFC.



Enlaces de Comunicação: Meio Físico

- **Fibra óptica:**

- Fibra de vidro carregando pulsos de luz, cada pulso um bit.
- Altas velocidade de transmissão ponto-a-ponto: dezenas a centenas de Gb/s.
- Em laboratório, 15,5 Tb/s em enlace de 7000 Km.
- Baixa ocorrência de erros de transmissão.
- Enlaces longos, com poucos repetidores.
- Imune a interferências eletromagnéticas.

- **Rádio:**

- Sinal transportado no espectro eletromagnético.
- Sem “cabos”.
- Bidirecional.
- Susceptível a diversos fenômenos do ambiente: Reflexão, Obstrução e Interferência.
- Diversos tipos: Microondas terrestres, LAN (e.g., Wi-Fi), WAN (e.g., 3G, 4G, WiMax), Satélite.

Enlaces de Comunicação: Taxa de Transmissão

- O quão rapidamente os bits são “colocados” no canal.
Exemplo: o quão rápidos são os pulsos em uma fibra óptica.
- Também chamada de: capacidade do enlace, banda, largura de banda.
- Quanto maior a taxa de transmissão, menor o tempo necessário para transmitir um pacote.

Para um pacote de L bits, enlace de capacidade R b/s:

$$\text{Tempo para colocar bits no canal} = \frac{L (\text{bits})}{R (\text{bits} / \text{s})}$$

- **Importante: este tempo não é o tempo total de transmissão do pacote pelo enlace!!!**

Enlaces de Comunicação: Taxa de Transmissão

Para calcular a sua taxa de transferência você deve converter o tamanho do pacote e a capacidade do enlace por 8 (1 Byte é composto de 8 Bits) pois a taxa de transferência é representada em bits.

Vamos utilizar como exemplo um pacote de 1.5MB conexão de 10MB:

Pacote : 1.5MB = 1.500 Bytes → $1500 * 8 = 12.000$

Enlace : 1Gbps = 10^9 bits/s

$$\text{Tempo para colocar bits no canal} = \frac{L(\text{bits})}{R(\text{bits/s})} \rightarrow \frac{12.000}{1 \times 10^9} = 0,012 \text{ ms}$$

Enlaces de Comunicação: Propagação

- Uma vez colocado no enlace, bit não chega instantaneamente no receptor.
- Ele precisa se **propagar** pelo meio de transmissão.
Exemplo: uma onda sonora que se propaga no ar a 340 m/s.
- Cada meio de transmissão tem sua velocidade de propagação do sinal.
 - Depende do tipo de sinal, características do meio, ...
- Dado o **comprimento do canal (d)** e velocidade de propagação (s), tem-se o tempo de propagação:

$$\text{Tempo de propagação de um bit} = \frac{d}{s}$$

Enlaces de Comunicação: Taxa de Transmissão

Dois computadores, A e B, se comunicam a uma distância de 800Km através de um enlace de 100 Mbits/seg. A propagação do sinal no enlace é de 200.000 Km/seg.

Quanto tempo leva para o último bit de um pacote ser propagado do computador A para o computador B?

Comprimento do Canal : 800 Km

Velocidade de propagação: 200.000 Km/seg

$$\text{Tempo de propagação de um bit} = \frac{d}{s} \rightarrow \frac{800}{200.000} = 4 \text{ ms}$$

Enlaces de Comunicação: Falha

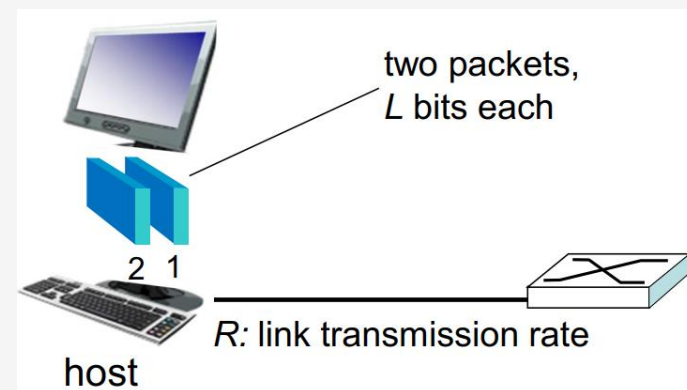
- Toda transmissão em um enlace pode falhar.
 - Interferências, mau-contato, falhas de hardware, ...
- Por qualquer motivo, receptor não é capaz de entender conteúdo do pacote.
- Em redes de comutação de pacotes, pacote transmitido é completamente perdido.
- Alguns enlaces são mais propensos a falhas que outros.
 - Exemplo: enlaces de rádio são muito propensos, enlaces de fibra óptica são pouco propensos.
- Transmissões mal sucedidas reduzem o desempenho do enlace.

Olhando mais de perto a estrutura da rede

- Internet pode ser dividida em duas “zonas”:
 - **Borda da rede:**
 - Hosts: clientes e servidores.
 - Redes de acesso: interconectam hosts ao resto da Internet.
 - **Núcleo da rede:**
 - Roteadores interconectados.
 - Rede de redes.
- **Roteadores de borda:** conectam elementos da borda ao núcleo da Internet.

Borda da Rede: Hosts

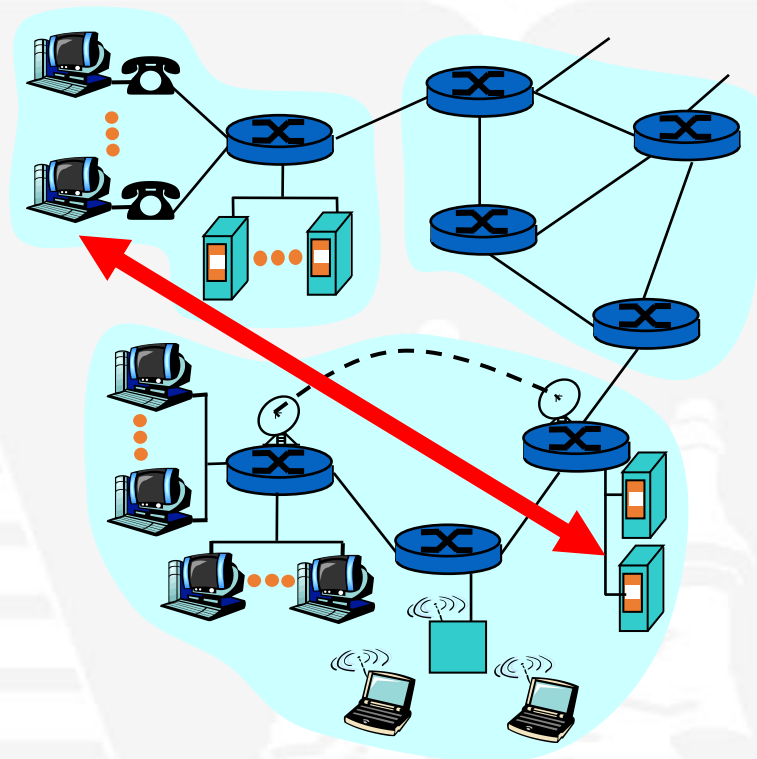
- **Sistemas finais (hosts):**
 - Executam as aplicações.
 - Aplicações geram mensagens.
 - Host quebra mensagem em unidades menores, chamadas **pacotes**.
 - Pacotes são transmitidos através do enlace na sua **taxa de transmissão**.



Rede de Computadores

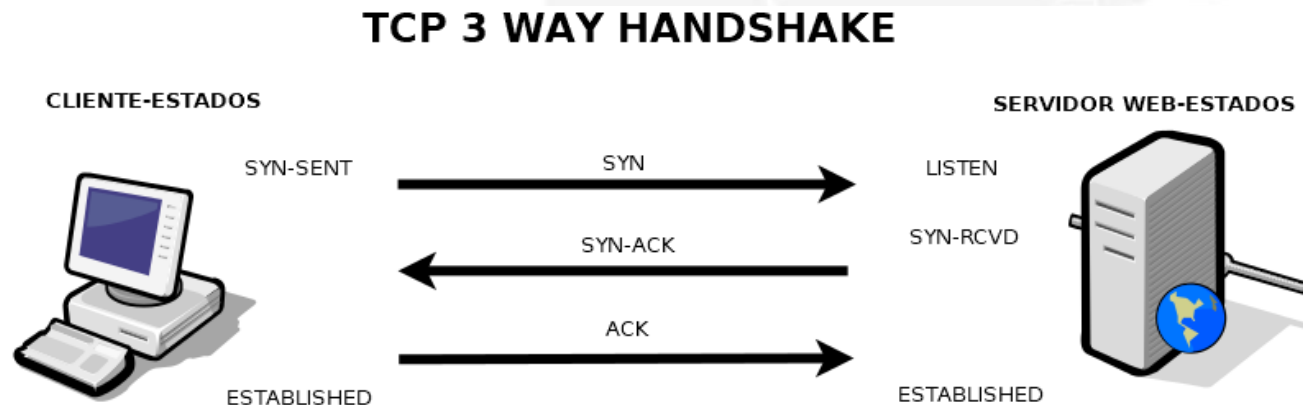
Borda da Rede: Hosts

- **Modelo Cliente/Servidor**
 - O host cliente faz os pedidos, que são atendidos pelos servidores. Ex. www, e-mail
- **Modelo peer-to-peer**
 - Uso mínimo ou nenhum servidor dedicado. Ex. Torrent, Gnutella e etc



Serviço Orientado a Conexão

- **Objetivo:** transferência de dados entre hosts
- **Handshaking:** inicialização para transferência de dados
 - Humano: Alô, alô,...
 - Host: inicializa o estado em dois hosts que desejam se comunicar



Serviço Orientado a Conexão: TCP

- **TCP:** Transmission Control Protocol
- **Serviço orientado a conexão com a internet**
- **Transferência de dados através de um fluxo de bytes ordenados e confiável**
 - Reconhecimento de perda e retransmissão
- **Controle de Fluxo**
 - Transmissor não inundará o receptor
- **Controle de Congestionamento**
 - Transmissor “reduz a taxa de transmissão” quando a rede está congestionada
- **Aplicações que usam TCP:** http, ftp, Telnet, SMTP

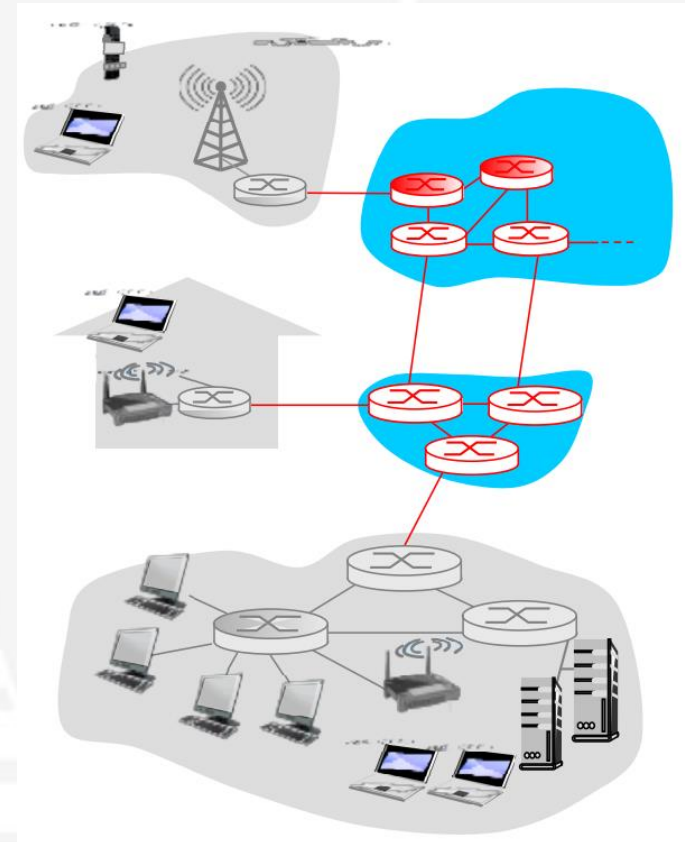
Serviço sem Conexão: UDP

- **UDP:** User Datagram Protocol
- **Serviço sem conexão com a internet**
- **Transferência de dados não confiável**
 - Não tem reconhecimento de perda e retransmissão
- **Não controla o fluxo**
 - Transmissor pode inundar o receptor
- **Não controla o congestionamento**
 - A taxa de transmissão é sempre a mesma
- **Aplicações que usam UDP:** streaming, videoconferência, VOIP

Rede de Computadores

Núcleo da Rede

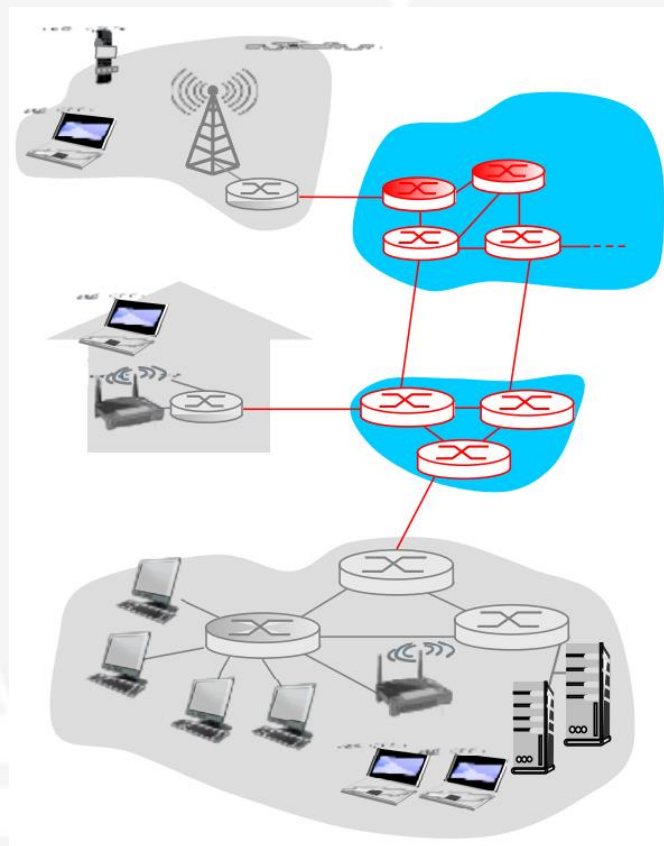
- Malha de roteadores interconectados.
 - Malha = múltiplos caminhos possíveis.
- **Comutação de circuitos:** circuito dedicado por chamada.



Rede de Computadores

Núcleo da Rede

- Malha de roteadores interconectados.
 - Malha = múltiplos caminhos possíveis.
- **Comutação de pacotes:** hosts quebram mensagens das aplicações em pacotes.
 - Pacotes **encaminhados** de um roteador para o próximo, passando pelos enlaces entre origem e destino.
 - Cada pacote transmitido na capacidade máxima do enlace.



Núcleo da Rede: Comutação de Pacotes

- **Cada fluxo de dados fim-a-fim é dividido em pacotes**
 - Pacotes dos usuários A, B, ... compartilham os recursos da rede
 - Cada pacote usa toda a banda do canal
 - Recursos são usados quando necessário

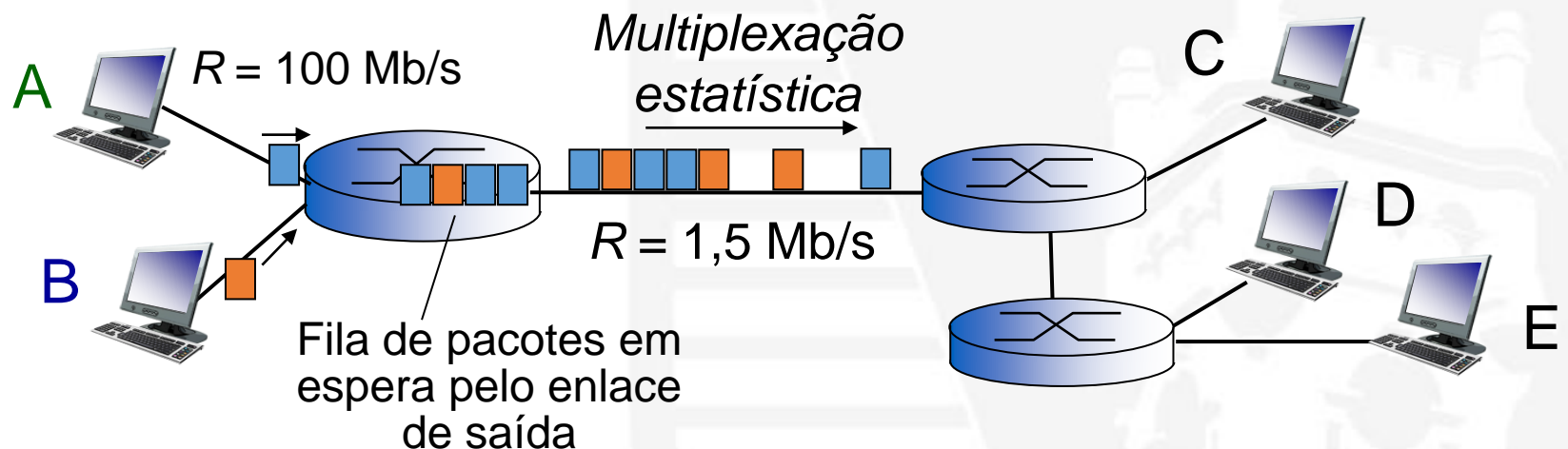
Núcleo da Rede: Comutação de Pacotes

- **Existe disputa pelos recursos**
 - A demanda total pelos recursos pode superar a quantidade disponível
 - Congestionamento: pacotes são enfileirados aguardando para usar o enlace
 - Armazena e retransmite: pacotes se deslocam um salto por vez
 - Transmite em um enlace
 - Espera a vez no próximo enlace

📌 Núcleo da Rede: Comutação de Pacotes

- **Multiplexação estatística**

- A sequência de pacotes dos hosts A e B não possuem um padrão constante



Relembrando: Envio de Pacotes

- função de transmissão do host:
 - 1) pega mensagem da aplicação
 - 2) quebra em pequenos pedaços, conhecidos como pacotes, com L bits de comprimento
 - 3) transmite o pacote pela rede de acesso a uma taxa de transmissão R

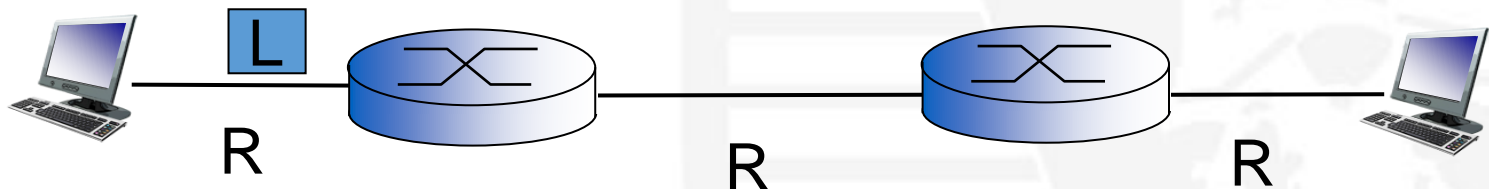
Taxa de transmissão do canal, ou Capacidade do canal, ou Largura de banda do canal

$$\begin{array}{l} \text{tempo necessário para transmitir um} \\ \text{pacote de } L \text{ bits no canal com taxa de} \\ \text{transmissão } R \end{array} = \frac{L \text{ (bits)}}{R \text{ (bits/sec)}}$$

Envio de Pacotes: atraso e perdas

Enfileiramento e perdas:

- Se a taxa de chegadas (em bits) no enlace exceder a taxa de transmissão do canal num certo intervalo de tempo:
 - pacotes irão enfileirar, esperar para serem transmitidos no enlace
 - pacotes poderão ser descartados (perdidos) se a memória (buffer) encher



Rede de Computadores

📌 Envio de Pacotes: atraso e perdas

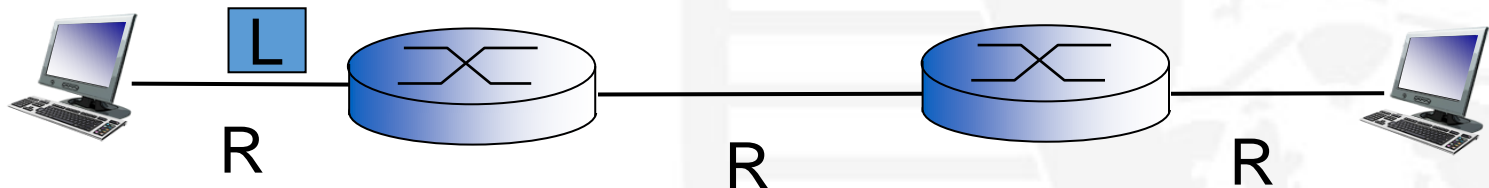
Enfileiramento e perdas:

- Logo o atraso = $3L/R$

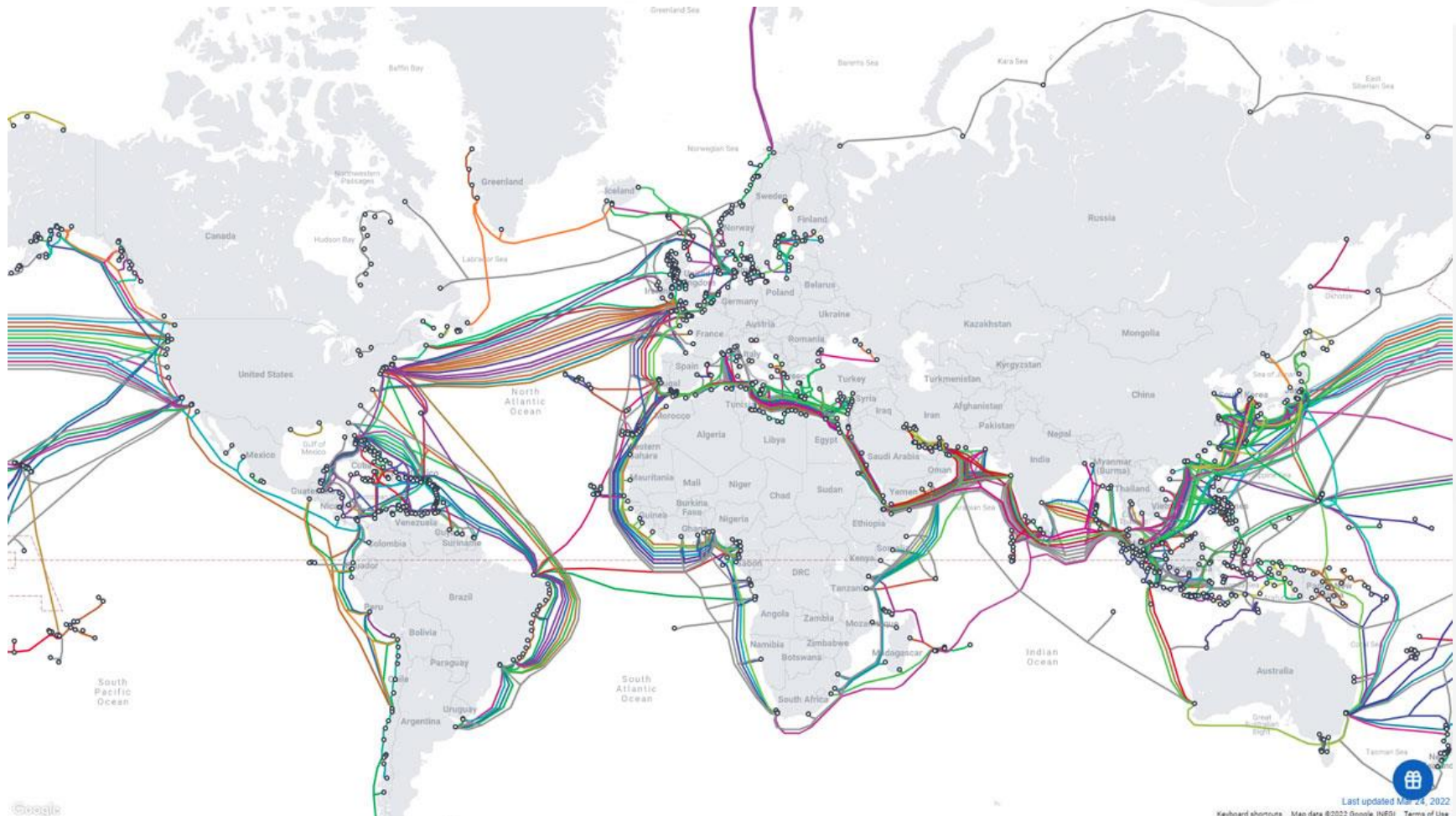
Pacote (L) = 7,5 Mbits

Taxa de Transmissão (R) = 1,5 Mbps

$$3 \times \frac{7,5 \text{ Mbits}}{1,5 \text{ Mbps}} = 15 \text{ segundos}$$



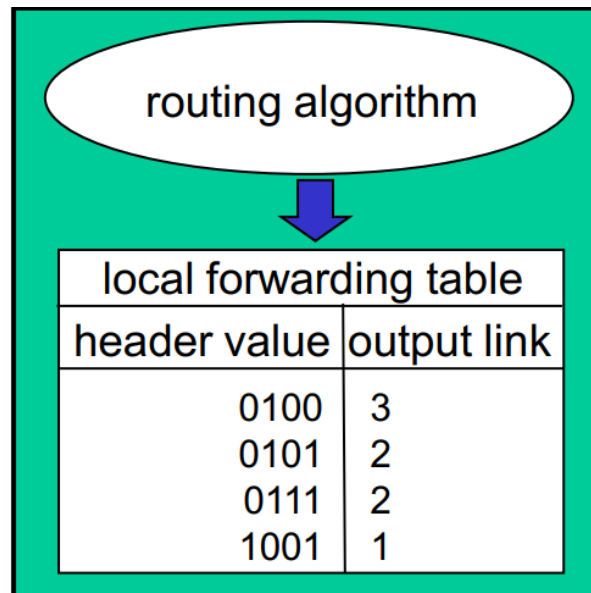
Núcleo da Rede - Curiosidade



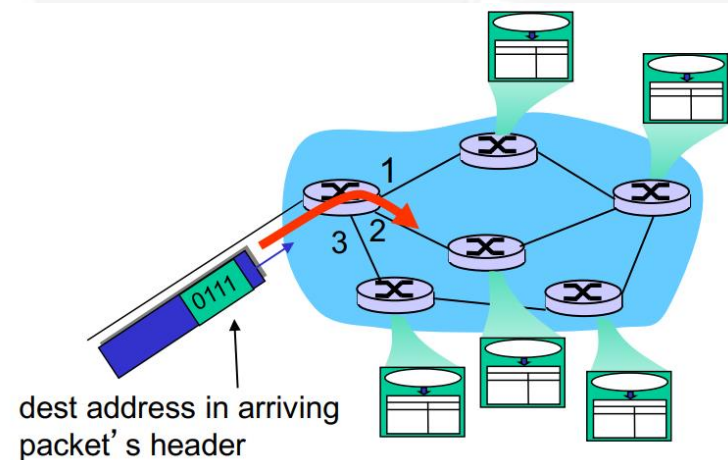
Encaminhamento vs. Roteamento

Roteamento: determina rota entre origem e destino usada pelos pacotes.

Algoritmos de roteamento.



Encaminhamento: mover pacotes de um enlace de entrada para um enlace de saída do roteador.



Contato



Professor:
André Saraiva, MSc



E-mail:
andre.saraiva@univassouras.edu.br